



BREVET D'INVENTION

CERTIFICAT D'UTILITÉ - CERTIFICAT D'ADDITION

COPIE OFFICIELLE

Le Directeur général de l'Institut national de la propriété industrielle certifie que le document ci-annexé est la copie certifiée conforme d'une demande de titre de propriété industrielle déposée à l'Institut.

Fait à Paris, le 08 AOUT 2003

Pour le Directeur général de l'Institut
national de la propriété industrielle
Le Chef du Département des brevets

Martine PLANCHE

INSTITUT
NATIONAL DE
LA PROPRIÉTÉ
INDUSTRIELLE

SIEGE
26 bis, rue de Saint Petersburg
75800 PARIS cedex 08
Téléphone : 33 (0)1 53 04 53 04
Télécopie : 33 (0)1 53 04 45 23
www.inpi.fr



BREVET D'INVENTION

CERTIFICAT D'UTILITÉ

Code de la propriété intellectuelle - Livre VI



N° 11354*02



26 bis, rue de Saint Pétersbourg
75800 Paris Cedex 08

Téléphone : 33 (1) 53 04 53 04 Télécopie : 33 (1) 42 94 86 54

REQUÊTE EN DÉLIVRANCE

page 1/2



Cet imprimé est à remplir lisiblement à l'encre noire

DB 540 V / 010801

REMISE DES PIÈCES DATE LIEU N° D'ENREGISTREMENT NATIONAL ATTRIBUÉ PAR L'INPI DATE DE DÉPÔT ATTRIBUÉE PAR L'INPI		Réservé à l'INPI 26 AOUT 2002 75 INPI PARIS B 26 AOUT 2002 0210587		1 NOM ET ADRESSE DU DEMANDEUR OU DU MANDATAIRE À QUI LA CORRESPONDANCE DOIT ÊTRE ADRESSÉE Cabinet REGIMBEAU 20, rue de Chazelles 75847 PARIS CEDEX 17 FRANCE	
Vos références pour ce dossier (facultatif) 239752 D20169 OC					
Confirmation d'un dépôt par télécopie		<input type="checkbox"/> N° attribué par l'INPI à la télécopie			
2 NATURE DE LA DEMANDE		Cochez l'une des 4 cases suivantes			
Demande de brevet		<input checked="" type="checkbox"/>			
Demande de certificat d'utilité		<input type="checkbox"/>			
Demande divisionnaire		<input type="checkbox"/>			
<i>Demande de brevet initiale</i>		N°		Date	
<i>ou demande de certificat d'utilité initiale</i>		N°		Date	
Transformation d'une demande de brevet européen <i>Demande de brevet initiale</i>		<input type="checkbox"/>		Date	
<input type="checkbox"/> N°		Date			
3 TITRE DE L'INVENTION (200 caractères ou espaces maximum)					
RECYCLAGE D'UNE PLAQUETTE COMPRENANT UNE COUCHE TAMPON, APRES Y AVOIR PRELEVE UNE COUCHE MINCE					
4 DÉCLARATION DE PRIORITÉ OU REQUÊTE DU BÉNÉFICE DE LA DATE DE DÉPÔT D'UNE DEMANDE ANTÉRIEURE FRANÇAISE		Pays ou organisation Date			
		N°			
		Pays ou organisation Date			
		N°			
		Pays ou organisation Date			
		N°			
		<input type="checkbox"/> S'il y a d'autres priorités, cochez la case et utilisez l'imprimé «Suite»			
5 DEMANDEUR (Cochez l'une des 2 cases)		<input checked="" type="checkbox"/> Personne morale <input type="checkbox"/> Personne physique			
Nom ou dénomination sociale Prénoms Forme juridique N° SIREN Code APE-NAF		S.O.I.TEC SILICON ON INSULATOR TECHNOLOGIES SOCIETE ANONYME 384711909 Parc Technologique des Fontaines - Chemin des Franques, 38190 BERNIN			
Domicile ou siège		Rue Code postal et ville Pays			
Nationalité N° de téléphone (facultatif) Adresse électronique (facultatif)		FRANCE Française N° de télécopie (facultatif)			
		<input type="checkbox"/> S'il y a plus d'un demandeur, c. chez la case et utilisez l'imprimé «Suit »			

Remplir impérativement la 2^{ème} page

REMISE DES PIÈCES DATE 26 AOUT 2002 LIEU 75 INPI PARIS B N° D'ENREGISTREMENT 0210587 NATIONAL ATTRIBUÉ PAR L'INPI		Réservé à l'INPI	DB 540 W / 010501
V s références pour ce dossier : (facultatif) 239752 OC			
6 MANDATAIRE (s'il y a lieu) Nom Prénom Cabinet ou Société N° de pouvoir permanent et/ou de lien contractuel Adresse Rue Code postal et ville Pays N° de téléphone (facultatif) N° de télécopie (facultatif) Adresse électronique (facultatif)		Cabinet REGIMBEAU 20, rue de Chazelles 75847 PARIS CEDEX 17 01 44 29 35 00 01 44 29 35 99 info@regimbeau.fr	
7 INVENTEUR (S) Les demandeurs et les inventeurs sont les mêmes personnes		Les inventeurs sont nécessairement des personnes physiques <input type="checkbox"/> Oui <input checked="" type="checkbox"/> Non : Dans ce cas remplir le formulaire de Désignation d'inventeur(s)	
8 RAPPORT DE RECHERCHE Établissement immédiat ou établissement différé		Uniquement pour une demande de brevet (y compris division et transformation) <input checked="" type="checkbox"/> Établissement immédiat <input type="checkbox"/> Établissement différé	
Paiement échelonné de la redevance (en deux versements)		Uniquement pour les personnes physiques effectuant elles-mêmes leur propre dépôt <input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non	
9 RÉDUCTION DU TAUX DES REDEVANCES		Uniquement pour les personnes physiques <input type="checkbox"/> Requête pour la première fois pour cette invention (joindre un avis de non-imposition) <input type="checkbox"/> Obtenue antérieurement à ce dépôt pour cette invention (joindre une copie de la décision d'admission à l'assistance gratuite ou indiquer sa référence) : AG	
Si vous avez utilisé l'imprimé «Suite», indiquez le nombre de pages jointes			
10 SIGNATURE DU DEMANDEUR OU DU MANDATAIRE (Nom et qualité du signataire)		VISA DE LA PRÉFECTURE OU DE L'INPI C. TRAN	

La présente invention concerne le recyclage d'une plaquette donneuse comprenant une couche tampon après transfert d'une couche mince en matériau semiconducteur de la plaquette donneuse vers un substrat récepteur.

On entend généralement par « couche tampon » une couche de transition entre
5 une première structure cristalline tel un substrat et une deuxième structure cristalline ayant comme fonction première une modification de propriétés du matériau, telles que des propriétés structurales, stoechiométriques ou une recombinaison atomique en surface.

Dans un cas particulier de couche tampon, cette dernière peut permettre
10 d'obtenir une deuxième structure cristalline dont le paramètre de maille diffère sensiblement de celui du substrat.

A cet effet, la couche tampon peut avoir une composition variant graduellement en épaisseur, la variation graduelle de composants de la couche tampon étant alors directement associée à une variation graduelle de son paramètre de maille.

Elle peut aussi avoir une forme plus complexe telle qu'une variation de
15 composition à taux variable, une inversion de signe du taux ou des sauts discontinus de composition, complétée éventuellement par une couche de confinement des défauts à composition constante.

On parle alors de couche (tampon) métamorphique ou de mode de réalisation
20 métamorphique, telle une épitaxie métamorphique.

Réalisée sur la couche tampon, une couche ou une superposition de couches peut être prélevée à partir de la plaquette donneuse pour être transférée vers un substrat récepteur, afin de réaliser une structure déterminée.

Une des applications majeures d'un transfert de couches minces formées sur
25 une couche tampon concerne la formation de couches de silicium contraint.

Une couche est en matériau « contraint » en tension ou en compression si son paramètre de maille dans le plan d'interface est respectivement supérieur ou inférieur à son paramètre de maille nominal.

Sinon, une couche est dite en matériau « relaxé » si ce dernier est sensiblement
30 voisin de son paramètre de maille nominal.



Lorsqu'une couche est en silicium contraint en tension, certaines propriétés, comme la mobilité électronique du matériau, sont nettement améliorées.

D'autres matériaux, comme par exemple le SiGe, peuvent aussi faire l'objet d'un prélèvement sensiblement analogue.

5 Un transfert de telles couches sur un substrat récepteur grâce notamment à un procédé appelé Smart-cut®, et connu de l'homme du métier, permet alors de réaliser des structures telles que des structures SeOI (acronyme anglo-saxon de « Semiconductor On Insulator »).

10 Par exemple, après un prélèvement d'une couche de SiGe relaxé, la structure obtenue peut servir alors de support de croissance à du silicium.

Le paramètre de maille nominal du SiGe (dépendant du taux de germanium) étant supérieur au paramètre de maille nominal du silicium, une croissance de silicium sur le pseudo-substrat SGOI (SGOI étant un acronyme anglo-saxon de « Silicium – Germanium On Insulator) obtenu permet d'avoir la couche en silicium contraint en
15 tension.

Pour illustration, un exemple d'un tel procédé est décrit dans le document IBM de L.J. Huang et coll. (« SiGe-On-Insulator prepared by wafer bonding and layer transfer for high-performance field-effect transistors », Applied Physics Letters, 26/02/2001, vol.78, n°9) dans lequel est présenté un procédé de réalisation d'une
20 structure Si/SGOI.

D'autres applications de la croissance métamorphique sont possibles, notamment avec les semiconducteurs de la famille III-V.

Des transistors sont ainsi couramment réalisés dans les technologies à base de GaAs ou à base d'InP.

25 En terme de performance électronique, l'InP a sensiblement l'avantage sur le GaAs, en particulier une combinaison de couche d'InP et de couche de InGaAs ou de InAlAs permet de meilleures mobilités électroniques.

Cependant, la faculté de commercialiser des composants dans la filière InP est limitée face à la filière GaAs notamment en termes de coût, de disponibilité, de fragilité

mécanique et de taille des substrats massifs (le diamètre maximum pour l'InP étant typiquement de 4 pouces contre 6 pouces pour le GaAs).

Une solution à ce problème semble être trouvée en reportant sur un substrat récepteur une couche InP prélevée et obtenue par épitaxie métamorphique d'une couche
5 tampon sur un substrat GaAs.

Certains procédés de prélèvements, tel un procédé de type « etch-back », entraînent alors une destruction de la partie restante du substrat et de la couche tampon lors du prélèvement.

Certains procédés de prélèvements, comme ceux décrits dans le document IBM
10 cité précédemment ou encore dans le brevet US5882987 de la même société, le substrat est recyclé mais la couche tampon est perdue.

Or, la technique de réalisation métamorphique est complexe.

L'optimisation et la réalisation d'une telle couche tampon peuvent donc induire une mise en œuvre longue, difficile et coûteuse.

15 De plus, des contraintes internes dues aux variations de composition peuvent provoquer l'apparition d'un taux de défauts cristallins importants, tels que des dislocations et des défauts ponctuels.

Ces contraintes internes, et donc la génération de défauts, peuvent être minimisées notamment en augmentant l'épaisseur sur laquelle varie le paramètre de
20 maille.

C'est principalement pour cette raison que les couches tampon habituellement réalisées sont épaisses, d'une épaisseur typique allant de un à quelques micromètres.

Mais la contrainte économique limite certaines caractéristiques essentielles de la couche tampon, telle que son épaisseur ou qu'une certaine complexité structurale.

25 Pour toutes ces raisons entre autres, il serait judicieux d'éviter de former complètement une couche tampon après chaque recyclage du substrat.

La présente invention vise à atteindre ce but en proposant selon un premier aspect un procédé de recyclage d'une plaquette donneuse selon la revendication 1.

D'autres aspects préférés du procédé de recyclage selon l'invention sont ceux
30 donnés par les revendications 2 à 46.



mécanique et de taille des substrats massifs (le diamètre maximum pour l'InP étant typiquement de 4 pouces contre 6 pouces pour le GaAs).

Une solution à ce problème semble être trouvée en reportant sur un substrat récepteur une couche InP prélevée et obtenue par épitaxie métamorphique d'une couche
5 tampon sur un substrat GaAs.

Certains procédés de prélèvements, tel un procédé de type « etch-back », entraînent alors une destruction de la partie restante du substrat et de la couche tampon lors du prélèvement.

Certains procédés de prélèvements, comme ceux décrits dans le document IBM
10 cité précédemment ou encore dans le brevet US5882987 de la même société, le substrat est recyclé mais la couche tampon est perdue.

Or, la technique de réalisation métamorphique est complexe.

L'optimisation et la réalisation d'une telle couche tampon peuvent donc induire une mise en œuvre longue, difficile et coûteuse.

15 De plus, des contraintes internes dues aux variations de composition peuvent provoquer l'apparition d'un taux de défauts cristallins importants, tels que des dislocations et des défauts ponctuels.

Ces contraintes internes, et donc la génération de défauts, peuvent être minimisées notamment en augmentant l'épaisseur sur laquelle varie le paramètre de
20 maille.

C'est principalement pour cette raison que les couches tampon habituellement réalisées sont épaisses, d'une épaisseur typique allant de un à quelques micromètres.

Mais la contrainte économique limite certaines caractéristiques essentielles de la couche tampon, telle que son épaisseur ou qu'une certaine complexité structurelle.

25 La présente invention vise à améliorer la situation en proposant selon un premier aspect un procédé de recyclage d'une plaquette donneuse après prélèvement d'au moins une couche utile comprenant un matériau semiconducteur, la plaquette donneuse comprenant successivement un substrat, une structure tampon et, avant prélèvement, une couche utile, le procédé comprenant un enlèvement de matière
30 concernant une partie de la plaquette donneuse du côté où a eu lieu le prélèvement,

Selon un deuxième aspect, l'invention propose un procédé de réalisation d'une plaquette donneuse recyclable selon la revendication 47.

D'autres aspects préférés du procédé de réalisation d'une plaquette donneuse selon l'invention sont ceux donnés par les revendications 48 à 68.

5 Selon un troisième aspect, l'invention propose un procédé de prélèvement d'une couche utile selon la revendication 69.

D'autres aspects préférés du procédé de prélèvement selon l'invention sont ceux donnés par les revendications 70 à 81.

10 Selon un quatrième aspect, l'invention propose un procédé cyclique de prélèvement de couche utile selon la revendication 82.

Un aspect préféré du procédé de prélèvement cyclique selon l'invention est donné dans la revendication 83.

Selon un cinquième aspect, l'invention propose deux applications d'un procédé de prélèvement selon les revendications 84 et 85.

15 Selon un sixième aspect, l'invention propose les plaquettes donneuses de couche mince par prélèvement données dans les revendications 86 à 110.

D'autres aspects, buts et avantages de la présente invention apparaîtront mieux à la lecture de la description détaillée suivante de mise en œuvre de procédés préférés de celle-ci, donnés à titre d'exemple non limitatif et faits en référence aux dessins annexés
20 sur lesquels :

La figure 1 représente une plaquette donneuse selon l'état de la technique.

La figure 2 représente une plaquette donneuse après prélèvement.

La figure 3 représente une plaquette donneuse après une première étape de recyclage.

25 La figure 4 représente une première plaquette donneuse selon la présente invention.

La figure 5 représente une deuxième plaquette donneuse selon la présente invention.

30 La figure 6 représente une troisième plaquette donneuse selon la présente invention.

caractérisé en ce que, après l'enlèvement de matière, il reste au moins une partie de la structure tampon apte à être réutilisée comme au moins une partie d'une structure tampon au cours d'un prélèvement ultérieur d'une couche utile.

Selon un deuxième aspect, l'invention propose un procédé de prélèvement de
5 couche utile sur une plaquette donneuse pour être transférée sur un substrat récepteur, caractérisé en ce qu'il comprend :

(a) un collage de la plaquette donneuse avec le substrat récepteur du côté de la couche utile à prélever ;

(b) un détachement de la couche utile de la plaquette donneuse ayant lieu
10 du côté de la plaquette donneuse opposé au substrat.

(c) un recyclage de la plaquette donneuse conformément à un desdits procédés de recyclage.

Selon un troisième aspect, l'invention propose un procédé de prélèvement cyclique de couche utile à partir d'une plaquette donneuse, caractérisé en ce qu'il
15 comprend plusieurs étapes de prélèvement de couche utile, chacune de ces étapes étant conforme à un desdits procédés de prélèvement.

D'autres aspects, buts et avantages de la présente invention apparaîtront mieux à la lecture de la description détaillée suivante de mise en œuvre de procédés préférés de celle-ci, donnés à titre d'exemple non limitatif et faits en référence aux dessins annexés
20 sur lesquels :

La figure 1 représente une plaquette donneuse selon l'état de la technique.

La figure 2 représente une plaquette donneuse après prélèvement.

La figure 3 représente une plaquette donneuse après une première étape de recyclage.

25 La figure 4 représente une première plaquette donneuse selon la présente invention.

La figure 5 représente une deuxième plaquette donneuse selon la présente invention.

30 La figure 6 représente une troisième plaquette donneuse selon la présente invention.

La figure 7 représente les différentes étapes d'un procédé selon l'invention comprenant successivement un prélèvement de couche mince à partir d'une plaquette donneuse et un recyclage de la plaquette donneuse après prélèvement.

L'objectif principal de la présente invention consiste à recycler une plaquette 5 comprenant une structure tampon, après qu'on ait prélevé de la plaquette au moins une couche utile afin d'intégrer cette dernière dans une structure semiconductrice, le recyclage incluant une récupération au moins partielle de la structure tampon de sorte à pouvoir être réutilisée dans un prélèvement ultérieur.

Le recyclage doit donc comprendre un traitement adapté pour ne pas détériorer 10 au moins une partie de la structure tampon.

On appellera ici et de manière générale « couche utile » la partie de la plaquette donneuse étant prélevée.

On désigne par « structure tampon » toute structure se comportant comme une couche tampon.

De façon avantageuse, elle présente en surface une structure cristallographique 15 sensiblement relaxée et/ou sans un nombre notable de défauts structurels.

Une « couche tampon » telle que définie de façon la plus générale dans la présente invention concerne une couche permettant d'améliorer une qualité structurelle et/ou un état de surface d'une couche sus-jacente.

De façon avantageuse, la couche tampon a au moins une des deux fonctions 20 suivantes :

1. diminution de la densité de défauts dans la couche supérieure ;
2. adaptation d'un paramètre de maille entre deux structures cristallographiques de paramètres de maille différents.

En ce qui concerne la deuxième fonction de la couche tampon, cette dernière est 25 une couche intermédiaire entre les deux structures, et présente aux alentours d'une de ses faces un premier paramètre de maille sensiblement identique à celui de la première structure et aux alentours de son autre face un deuxième paramètre de maille sensiblement identique à celui de la deuxième structure.



Dans la suite de ce document, les couches ou structures tampon décrites seront en général conformes à cette dernière couche tampon.

Mais la présente invention concerne aussi toute couche tampon ou toute structure tampon telle que définie dans ce document de façon la plus générale.

5 D'autre part, on décrira plus loin un exemple d'un procédé selon l'invention incluant un recyclage d'une plaquette donneuse d'une couche utile par prélèvement, la plaquette donneuse étant constituée au départ par un substrat support et une structure tampon.

10 En référence à la figure 1, une plaquette donneuse 10 (donneuse d'une couche mince par prélèvement) comprise dans l'état de la technique connu est constituée d'un substrat support 1 et d'une structure tampon I.

L'application que l'on fera de cette plaquette donneuse 10 dans la présente invention est celle d'un prélèvement d'une couche utile, à partir de la partie 4 de la structure tampon I et/ou d'au moins une partie d'une surcouche formée en surface de la structure tampon I (non représentée sur la figure 1), afin de l'intégrer dans une structure, telle une structure SeOI.

Le substrat support 1 de la plaquette donneuse 10 comprend au moins une couche en un matériau semiconducteur ayant un premier paramètre de maille au niveau de son interface avec la structure tampon I.

20 Dans une configuration particulière, le substrat support 1 est constitué du seul matériau semiconducteur ayant le premier paramètre de maille.

Dans une première configuration de la structure tampon I, cette dernière est constituée d'une couche tampon 2.

25 La couche tampon 2, située sur le substrat support 1, permet ici de présenter à sa surface un deuxième paramètre de maille sensiblement différent du premier paramètre de maille du substrat 1, et ainsi d'avoir dans une même plaquette donneuse 10 deux couches 1 et 4 ayant respectivement des paramètres de maille différents.

La couche tampon 2 peut permettre en outre, dans certaines applications, à la couche sus-jacente d'éviter à ce que cette dernière contienne une grande densité de défauts et/ou subisse de contraintes notables.

La couche tampon 2 peut permettre en outre, dans certaines applications, à la couche sus-jacente d'avoir un bon état de surface.

La couche tampon 2 a en général un paramètre de maille se modifiant progressivement en épaisseur pour établir la transition entre les deux paramètres de maille.

Une telle couche est généralement appelée couche métamorphique.

Cette modification progressive du paramètre de maille peut être réalisée de façon continue dans l'épaisseur de la couche tampon 2.

Ou elle peut être réalisée par « étages », chaque étage étant une couche mince avec un paramètre de maille sensiblement constant et différent de celui de l'étage sous-jacent, de sorte à modifier de façon discrète le paramètre de maille étage par étage.

Elle peut aussi avoir une forme plus complexe tel qu'une variation de composition à taux variable, une inversion de signe du taux ou des sauts discontinus de composition.

L'évolution du paramètre de maille dans la couche tampon 2 est avantageusement trouvée en y augmentant, à partir du substrat 1, de façon progressive la concentration d'au moins un élément atomique qui n'est pas compris dans le substrat 1.

Ainsi, par exemple, une couche tampon 2 réalisée sur un substrat 1 en matériau unitaire pourra être en matériau binaire, tertiaire, quaternaire ou plus.

Ainsi, par exemple, une couche tampon 2 réalisée sur un substrat 1 en matériau binaire pourra être en matériau tertiaire, quaternaire ou plus.

La couche tampon 2 est avantageusement réalisée par croissance sur le substrat support 1, par exemple par épitaxie en utilisant les techniques connues telles que les techniques CVD et MBE (abréviations respectives de « Chemical Vapor Deposition » et « Molecular Beam Epitaxy »).

De manière générale, la couche tampon 2 peut être réalisée par toute autre méthode connue, afin d'obtenir par exemple une couche tampon 2 constituée d'alliage entre différents éléments atomiques.



Une légère étape de finition de la surface du substrat 1 sous-jacent à la couche tampon 2, par exemple par polissage CMP, peut éventuellement précéder la réalisation de la couche tampon 2.

5 Dans une deuxième configuration de la structure tampon I, et en référence à la figure 1, la structure tampon I est constituée d'une couche tampon 2 (sensiblement identique à celle de la première configuration) et d'une couche additionnelle 4.

La couche additionnelle 4 peut être entre le substrat 1 et la couche tampon 1, ou sur la couche tampon 1 tel que représenté sur la figure 1.

10 Dans un premier cas particulier, cette couche additionnelle 4 peut constituer une deuxième couche tampon, telle qu'une couche tampon permettant de confiner des défauts, et ainsi d'améliorer la qualité cristalline d'une couche réalisée sur la structure tampon I.

Cette couche additionnelle 4 est en matériau semiconducteur ayant de préférence une composition en matériau constante.

15 Le choix de la composition et de l'épaisseur d'une telle couche tampon 4 à réaliser sont alors des critères particulièrement importants pour atteindre cette propriété.

Ainsi, par exemple, les défauts structuraux dans une couche épitaxiée diminuent habituellement de façon graduelle dans l'épaisseur de cette couche.

20 Dans un deuxième cas particulier, la couche additionnelle 4 est située sur la couche tampon 1 et fait fonction de couche supérieure à la couche tampon 2.

Elle peut ainsi fixer le deuxième paramètre de maille.

Dans un troisième cas particulier, la couche additionnelle 4 est située sur la couche tampon 1 et joue un rôle dans le prélèvement que l'on fera dans la plaquette donneuse 10, telle qu'un prélèvement à son niveau.

25 La couche additionnelle peut aussi avoir plusieurs fonctions, telles que des fonctions choisies parmi ces trois derniers cas particuliers.

Dans une configuration avantageuse, la couche additionnelle 4 est située sur la couche tampon 2 et a un deuxième paramètre de maille différent du premier paramètre de maille du substrat support 1.

Dans un cas particulier de cette dernière configuration, la couche additionnelle 4 est en matériau relaxé par la couche tampon 2, et a le deuxième paramètre de maille.

La couche additionnelle 4 est avantageusement réalisée par croissance sur la couche tampon 2, par exemple par épitaxie par CVD ou MBE.

5 Dans un premier mode de réalisation, la croissance de la couche additionnelle 4 est réalisée in situ, directement en continuation de la formation de la couche tampon 2 sous-jacente, cette dernière étant aussi dans ce cas avantageusement formée par croissance de couche.

10 Dans un deuxième mode de réalisation, la croissance de la couche additionnelle 4 est réalisée après une légère étape de finition de surface de la couche tampon 2 sous-jacente, par exemple par polissage CMP, traitement thermique ou autre technique de lissage.

Le prélèvement d'une couche utile à partir de la plaquette donneuse 10 est mis en œuvre selon un des trois modes principaux suivants :

- 15
- La couche utile à prélever est une partie de la couche additionnelle 4.
 - La couche utile à prélever est une partie d'une surcouche (non représentée sur la figure 1) que l'on a auparavant formée sur la structure tampon I, par exemple par épitaxie précédée éventuellement d'une finition de la surface de la structure tampon I.

20 La plaquette donneuse 10 fait alors fonction de substrat à la croissance de la surcouche.

Cette dernière peut comprendre une ou plusieurs couches minces selon le mode de prélèvement que l'on souhaite effectuer.

25 De plus, elle a avantageusement un paramètre de maille sensiblement identique à celui du matériau relaxé de la face libre de la structure tampon I, telle qu'une couche d'un matériau identique, ou un autre matériau qui aurait toute ou partie de sa structure cristallographique contrainte en tension ou en compression, ou la combinaison de ces deux types de matériaux.



Dans un mode de réalisation particulier de la plaquette donneuse 10, une ou plusieurs couches intermédiaires sont en outre intercalées entre la structure tampon I et la surcouche. Dans ce cas, cette ou ces couches intermédiaires ne sont pas prélevées.

- La couche utile à prélever est une partie de la couche additionnelle 4 et une surcouche (formée de façon sensiblement identique à celle décrite dans le deuxième mode de prélèvement).

Quelque soit le mode prélèvement choisi, et en référence à la figure 2, il apparaît, après prélèvement et dans la plupart des cas, des parties saillantes 7a et/ou rugueuses 7b au niveau de la surface de prélèvement de la plaquette donneuse 10 restante.

Cette surface de prélèvement « en relief » appartient à une couche post-prélèvement 7 située au-dessus de la couche tampon 2.

Cette couche post-prélèvement 7 est constituée de toute ou partie de la couche 4, éventuellement d'une ou plusieurs couches intermédiaires et éventuellement d'une partie d'une surcouche selon le mode de prélèvement choisi parmi les trois modes de prélèvement précédemment discutés.

Les parties en relief 7a et 7b apparues en surface de la couche post-prélèvement 7 dépendent principalement de la façon de prélever et de la technique mise en œuvre lors du prélèvement.

- Ainsi, par exemple, une façon de prélever couramment employée en industrie consiste à prélever la couche utile non pas sur toute la surface de la plaquette donneuse 10, mais seulement sur une partie de cette dernière (qui est généralement une partie sensiblement centrée) laissant sur la surface de la plaquette donneuse 10 des parties saillantes, telles que celles référencées 7a. Ces parties saillantes sont généralement monoblocs et situées en périphérie de la surface de la plaquette donneuse 10, l'ensemble des parties saillantes étant alors appelé dans le métier « couronne de prélèvement ».

- Ainsi, par exemple, des techniques connues de prélèvement, comme par exemple celles que nous étudierons d'avantage et plus loin dans ce document, telle la technique Smart-cut[®] déjà évoquée, provoquent quelquefois des rugosités de surface telles que celles référencées 7b au niveau de la surface de prélèvement.

Une fois le prélèvement effectué, un recyclage selon l'invention est mis en œuvre pour restaurer la plaquette donneuse 10.

Un recyclage comprend généralement deux étapes :

- un enlèvement de matière ;
- 5 • une restauration d'au moins une partie de la plaquette donneuse 10.

La première étape d'un recyclage selon la présente invention consiste à enlever au moins les parties en relief 7a et 7b (représentées sur la figure 2).

Cet enlèvement de matière selon l'invention est mis en œuvre de sorte que, après l'enlèvement, il reste au moins une partie de la structure tampon I réutilisable au
10 cours d'un prélèvement ultérieur d'une nouvelle couche utile.

La partie restante de la structure tampon I après enlèvement de matière est ainsi recyclée, contrairement aux recyclages connus de l'état de la technique.

L'enlèvement de matière comprend avantageusement la mise en œuvre de moyens chimiques d'attaque de matière telle une gravure chimique.

15 La gravure peut être uniquement chimique, électrochimique, photo électrochimique, ou toute autre gravure équivalente, telle que la gravure mise en œuvre au cours d'un polissage mécano-chimique.

Dans un mode de gravure avantageux, on met en œuvre une gravure sélective.

Ainsi, on peut en particulier utiliser un fluide (c'est à dire un gaz ou une
20 solution) de gravure adapté pour mettre en œuvre une gravure sélective d'un matériau à enlever vis à vis d'un matériau à recycler, les deux matériaux appartenant à des couches adjacentes, afin que le matériau à recycler forme une couche d'arrêt à la gravure, et retirer ainsi de façon efficace la partie à enlever tout en protégeant la couche à recycler de la gravure chimique.

25 La propriété de sélectivité entre les deux matériaux peut par exemple être obtenue dans au moins un des cas suivants :

- les deux matériaux sont différents ; ou
- les deux matériaux contiennent des éléments atomiques sensiblement identiques à l'exception d'au moins un élément atomique ; ou



- les deux matériaux sont sensiblement identiques, mais au moins un élément atomique dans un matériau a une concentration atomique sensiblement différente de celle du même élément atomique dans l'autre matériau ; ou
- les deux matériaux ont des densités de porosités différentes.

5 On sait par exemple que le SiGe se comporte comme une couche d'arrêt vis à vis de la gravure de Si avec une solution contenant des composés tels que du KOH (hydroxyde de potassium, sélectivité d'environ 1 :100), du NH_4OH (hydroxyde d'ammonium, sélectivité d'environ 1 :100) ou du TMAH (hydroxyde de tetraméthyl d'ammonium).

10 On sait par exemple que le SiGe ayant une concentration en germanium supérieure ou égale à 25 % se comporte comme une couche d'arrêt vis à vis de la gravure de SiGe ayant une concentration en germanium inférieure ou égale à 20 %, avec une solution contenant des composés tel que du TMAH.

15 On sait par exemple que le Si convenablement dopé avec un élément de dopage et une concentration sélectionnés, tel que du bore à plus de $2 \cdot 10^{19} \text{ cm}^{-3}$, se comporte comme une couche d'arrêt à une gravure d'un matériau de Si non dopé avec une solution contenant des composés tels que de l'EDP (diamine d'éthylène et pyrocatechol), du KOH ou du N_2H_2 (hydrazine).

20 On sait par exemple que le Si poreux est gravé selon une gravure sélective vis à vis du Si cristallin non poreux, avec une solution contenant des composés tels que du KOH ou du $\text{HF} + \text{H}_2\text{O}_2$.

On peut ainsi graver sélectivement la couche additionnelle 4 vis à vis de la couche tampon 2, et/ou l'éventuelle surcouche vis à vis de la couche additionnelle 4 ou de l'éventuelle couche intermédiaire.

25 Cet enlèvement de matière par voie chimique peut aussi être accompagné de la mise en œuvre de moyens mécaniques d'attaque de matière ou autres moyens.

On peut en particulier mettre en œuvre un polissage CMP avec une solution de gravure chimique sélective.

Cette attaque chimique peut aussi être précédée ou suivie par un enlèvement de matière mis en œuvre par des moyens mécaniques d'attaque de matière tels un polissage, un rodage, une abrasion ou par tout autre moyen

De manière générale, l'enlèvement de matière peut comprendre la mise en œuvre de tout autre moyen d'attaque de matière susceptible d'enlever de la matière sans retirer entièrement et endommager au moins une partie de la structure tampon I.

On met donc en œuvre un des enlèvements de matière suivants :

- (a) enlèvement d'une partie de la couche post-prélèvement 7 comprenant au moins les parties en relief 7a et 7b ; ou
- 10 (b) enlèvement de toute la couche post-prélèvement 7 ; ou
- (c) enlèvement de toute la couche post-prélèvement 7 et d'une partie de la couche tampon 2.

Si la couche post-prélèvement 7 comprend une partie d'une surcouche d'origine, l'enlèvement de matière (a) comprend alors préférentiellement le retrait total de cette partie de surcouche.

En référence à la figure 3, la partie de la structure tampon d'origine qui reste après l'enlèvement de matière est référencée I'.

Elle est constituée de :

- toute la structure tampon I d'origine dans le cas où on a mis en œuvre l'enlèvement de matière (a) et que celui-ci ne comprenait le retrait d'aucune partie de la couche additionnelle 4 ; ou
- la couche tampon 2 et une partie de la couche additionnelle 4 dans le cas où on a mis en œuvre l'enlèvement de matière (a) et que celui-ci comprenait le retrait partiel de la couche additionnelle 4 ; ou
- 25 – la couche tampon 2 dans le cas où on a mis en œuvre l'enlèvement de matière (b) ; ou
- une partie de la couche tampon 2 dans le cas où on a mis en œuvre l'enlèvement de matière (c).



La deuxième étape de recyclage comprend, après la première étape de recyclage concernant l'enlèvement de matière, la reformation d'au moins une partie des couches retirées lors de la première étape.

On préférera d'abord et dans certains cas mettre en œuvre une finition de l'état
5 de la surface de la plaquette donneuse 10 au niveau de laquelle a eu lieu l'enlèvement de matière mis en œuvre lors de la première étape du recyclage, de sorte à retirer toute rugosité ayant pu apparaître lors de l'enlèvement de matière.

A cet effet, on mettra en œuvre par exemple un polissage CMP, un traitement thermique ou une autre technique de lissage.

10 Cette deuxième étape de recyclage comprend la restauration de la structure tampon I à partir de la structure tampon I' restante, au cas où une partie de la structure tampon I d'origine a été enlevée lors de la première étape de recyclage.

De manière avantageuse, la restauration de la structure tampon I est telle que, une fois formée, cette dernière soit sensiblement identique à la structure tampon I
15 d'origine.

Cependant, dans un cas de réalisation particulier, on pourra modifier légèrement certains paramètres de réalisation pour obtenir une structure tampon I légèrement différente de celle d'origine. On modifiera légèrement, par exemple, des concentrations de certains composés dans un matériau.

20 La restauration de la structure tampon I comprend la reformation de la partie enlevée de la couche tampon 2 dans le cas où une partie de la couche tampon 2 d'origine a été amputée lors de la première étape de recyclage.

La restauration de la structure tampon I comprend la restauration de toute ou partie de la couche additionnelle 4 dans le cas où toute ou partie de la couche
25 additionnelle 4 d'origine a été amputée lors de la première étape de recyclage.

On pourra dans ce cas réaliser une couche additionnelle 4 d'épaisseur sensiblement identique ou sensiblement différente de celle d'origine.

Une fois la structure tampon I restaurée, on peut éventuellement former au-dessus une surcouche, qui comprendra au moins en partie une nouvelle couche utile à

prélever, avec éventuellement une ou plusieurs couches intermédiaires entre la structure tampon I et la surcouche.

Les formations de couches éventuellement mises en œuvre lors de cette deuxième étape de recyclage sont avantageusement réalisées par croissance de couche sur leurs couches sous-jacentes respectives, par exemple par épitaxie par CVD ou MBE.

Dans un premier cas, la croissance d'au moins une de ces couches est réalisée in situ, directement en continuation de la formation du support de croissance sous-jacent, ce dernier étant aussi dans ce cas avantageusement formé par croissance de couche.

Dans un deuxième cas, la croissance d'au moins une de ces couches est réalisée après une légère étape de finition de surface du support de croissance sous-jacent, par exemple par polissage CMP, traitement thermique ou autre technique de lissage.

On obtient ainsi au final une plaquette donneuse 10 sensiblement identique à celle d'origine, c'est à dire de la plaquette donneuse 10 représentée sur la figure 1, à l'exception de modifications souhaitées et effectuées par l'homme de l'art.

La plaquette donneuse 10 ainsi obtenue comprend au moins une partie de la structure tampon I d'origine, et donc au moins une partie de la couche tampon 2 d'origine, ce qui permet d'éviter sa reformation complète, longue et coûteuse, comme c'était le cas dans les procédés de recyclage connus.

Des plaquettes donneuses 10 recyclables selon des modes de mise en œuvre particuliers des procédés de recyclage précédemment présentés, sont décrites dans la suite du document, elles permettent de protéger particulièrement efficacement au moins une partie de la structure tampon I lors d'un recyclage adapté.

Les plaquettes donneuses 10 qui sont représentées sur les figures 4, 5 et 6 comprennent chacune, comme la plaquette donneuse 10 représentée sur la figure 1, un substrat 1 et une structure tampon I.

Chacune de ces plaquettes donneuses 10 comprend en outre une couche de protection 3 située dans la partie située du côté de la structure tampon I par rapport à l'interface de cette dernière avec le substrat 1.



Une couche de protection 3 telle que définie dans la présente invention est en matériau choisi parmi les matériaux cristallins, tels que des matériaux semiconducteurs, de sorte à avoir comme fonction première la protection de la partie de la plaquette donneuse 10 qui lui est sous-jacente, et qui comprend au moins une partie de la structure tampon I, durant au moins un des traitements d'enlèvement de matière mis en œuvre au cours du recyclage.

On réalise avantageusement la couche de protection 3 par croissance de couche sur le support de croissance sous-jacent, par exemple par épitaxie par CVD ou MBE.

Dans cette configuration et dans un premier cas, la croissance de la couche de protection 3 est réalisée in situ, directement en continuation de la formation de la couche qui lui est sous-jacente, cette dernière étant aussi dans ce cas avantageusement formée par croissance de couche.

Dans un deuxième cas, la croissance de la couche de protection 3 est réalisée après une légère étape de finition de surface de la couche qui lui est sous-jacente, par exemple par polissage CMP, traitement thermique ou autre technique de lissage.

Le matériau de la couche de protection 3 est choisi de sorte qu'il existe au moins un moyen mettant en œuvre un enlèvement de matière ayant un pouvoir d'attaque du matériau constituant la couche de protection 3 sensiblement différent du matériau d'au moins une des deux zones adjacentes à la couche de protection 3.

Et être ainsi apte à mettre en œuvre un enlèvement de matière sélectif.

L'enlèvement de matière sélectif mis en œuvre au niveau de la couche protection 3 est au moins un des enlèvements de matière sélectifs suivants :

- enlèvement sélectif du matériau de la zone adjacente à la couche de protection 3 et située du côté de la couche utile prélevée par rapport à la couche de protection 3, la couche de protection 3 formant une couche d'arrêt à l'enlèvement de matière ;
- enlèvement sélectif du matériau de la couche de protection 3, la zone adjacente à la couche de protection 3 et située du côté du substrat 1 par

rapport à la couche de protection 3 formant une couche d'arrêt de l'enlèvement de matière.

On peut aussi, dans une mise en œuvre d'enlèvement de matière sélectif particulier, combiner la mise en œuvre successive des deux enlèvements de matière sélectifs pour une même couche de protection 3.

On enlève alors sélectivement la couche supérieure à la couche de protection 3 puis la couche de protection 3.

Quel que soit le mode d'enlèvement de matière sélectif choisi pour être mis en œuvre au cours de la première étape de recyclage, et destiné à enlever la partie de la plaquette donneuse 10 située du côté de la couche utile prélevée, il existe une couche d'arrêt à l'enlèvement de matière (la couche de protection 3 dans le cas du premier enlèvement de matière sélectif ou la zone adjacente à la couche de protection 3 située du côté du substrat 1 par rapport à la couche de protection 3 dans le cas du deuxième enlèvement de matière sélectif).

La couche d'arrêt joue ainsi le rôle d'une barrière à l'attaque de matière, et protège par là même le matériau de la partie sous-jacente à la couche de protection 3 (qui comprend au moins une partie de la structure tampon I).

Dans certains cas, on souhaitera que la couche de protection 3 ne perturbe sensiblement pas la structure cristallographique des couches adjacentes, et en particulier ne perturbe pas la croissance cristalline de la couche à former sous-jacente, dont le paramètre de maille doit, dans la plupart des cas, sensiblement se conformer au paramètre de maille de la partie sous-jacente à la couche de protection 3.

Ce dernier point est particulièrement important dans le cas où la couche de protection 3 se situe dans la structure tampon I (représenté sur la figure 4).

On atteint ce résultat selon plusieurs modes de réalisation de la couche de protection 3, tels que ceux exposés ci-dessous :

Dans un premier mode de réalisation de la couche de protection 3, on contraint la couche de protection 3 à avoir son paramètre de maille sensiblement identique à celui des zones qui lui sont adjacentes, même si les paramètres de maille nominaux de ces deux matériaux sont sensiblement différents de celui de la couche de protection 3.



Deux conditions principales doivent alors être respectées pour réussir cette opération :

• les paramètres nominaux respectifs de la couche de protection 3 et de la zone qui lui est sous-jacente n'ont pas des valeurs trop éloignées l'une de l'autre, afin d'éviter l'apparition de défauts (telles que des dislocations ou des contraintes locales) dans la couche de protection 3 ;

• la couche de protection 3 doit être suffisamment mince, pour éviter une relaxation progressive de la contrainte dans l'épaisseur de la couche et/ou une génération de défauts. Pour cela, l'épaisseur d'une telle couche de protection 3 en matériau semiconducteur contraint doit être inférieure à une épaisseur critique connue de l'homme du métier, et dépendant notamment des matériaux la constituant, des matériaux des couches qui lui sont adjacentes, et des techniques de réalisation de la couche contrainte. Les épaisseurs critiques typiquement rencontrées sont ainsi inférieures ou égales à plusieurs centaines d'angströms.

Dans un deuxième mode de réalisation de la couche de protection 3, on choisit un matériau pour la couche de protection 3 qui a un paramètre de maille nominal sensiblement voisin de celui des matériaux constituant les zones qui lui sont adjacentes.

Ainsi, contrairement au premier mode de réalisation, la structure cristallographique de la couche de protection 3 est ici relaxée.

A cet effet et pour satisfaire aussi à un critère de sélectivité lors de l'enlèvement de matière mis en œuvre au cours de la première étape de recyclage, on choisira par exemple un matériau pour la couche de protection 3 dont au moins un élément constitutif est différent de ceux des matériaux qui lui sont adjacents tout en gardant un paramètre de maille voisin de celui des zones adjacentes, cet élément constitutif est alors l'élément essentiel qui déterminera la sélectivité vis à vis de la couche adjacente considérée.

Dans un cas particulier, aucun élément constitutif du matériau de la couche de protection 3 ne se retrouve dans le matériau constituant la zone adjacente concernée par l'enlèvement de matière sélectif, les deux matériaux sont alors entièrement différents.

Dans l'autre cas particulier, chaque élément constitutif différent de la couche de protection 3 vis à vis de la zone adjacente concernée par l'enlèvement de matière sélectif peut être un élément supplémentaire ou un élément manquant vis à vis de la couche adjacente considérée.

5 On pourra, par exemple, doper une couche de protection 3 ayant sensiblement le même paramètre de maille que celui des zones adjacentes de sorte à ne pas perturber sensiblement, après dopage, ce paramètre de maille.

 Si la couche de protection 3 est constituée du même matériau que celui de la zone qui lui est adjacente et concernée par l'enlèvement de matière sélectif, cet élément
10 de dopage est l'élément qui déterminera alors le pouvoir de sélectivité.

Dans ce cas de dopage de la couche de protection 3, l'épaisseur de la couche de protection 3 doit cependant, dans certains cas, rester inférieure à une certaine épaisseur critique, connue de l'homme du métier, si on veut ne pas voir apparaître des défauts, telles que des dislocations, notamment de type vis.

15 Dans un troisième mode de réalisation de la couche de protection 3, on porosifie superficiellement une couche précédemment réalisée afin de former une couche poreuse.

 Cette porosification peut être mise en œuvre par anodisation, par implantation d'espèces atomiques, ou par toute autre technique de porosification, tel que décrit par
20 exemple dans le document EP 0 849 788 A2.

 Cette couche de matériau poreux peut réaliser, dans le cas où au moins un matériau adjacent peut subir une attaque de matière sélective déterminée par un moyen d'attaque adapté, une couche de protection 3.

 Cette couche de protection 3 est préférentiellement comprise entre deux
25 couches adjacentes, c'est à dire entre la couche dont la surface a été porosifiée et une couche formée sur la couche de matériau poreux, ayant des matériaux respectifs sensiblement identiques.

 La porosité ne perturbant sensiblement pas la structure cristallographique de ces deux couches adjacentes, une telle couche de protection 3 ne perturbe donc
30 sensiblement pas la structure cristallographique de la plaquette donneuse 10.



On obtient ainsi une structure cristallographique de la couche de protection 3 très voisine voire sensiblement identique de celle des zones qui lui sont adjacentes, la couche de protection 3 ne perturbant donc pas la cristallographie de la structure environnante.

5 Dans d'autres cas, cependant, on pourra avoir une couche de protection 3 ayant une certaine influence sur le paramètre de maille des structures environnantes, l'état de contrainte ou de relaxation, complète ou relative, que la couche de protection 3 est susceptible de provoquer alors au niveau des couches adjacentes représente dans ces cas particuliers une propriété considérée comme ayant un intérêt minime pour l'application
10 avale.

Plusieurs techniques d'enlèvement de matière sélectif peuvent être mises en œuvre au niveau de la couche de protection 3.

Une première technique d'enlèvement de matière sélectif consiste à exercer des forces de frottement au niveau de la couche de protection 3 pour en retirer au moins une
15 partie de la matière à enlever.

Ces forces de frottement peuvent par exemple être exercées par un plateau de polissage, combiné éventuellement avec une action abrasive et/ou une action chimique.

Le matériau qui constitue la couche de protection 3 est choisi parmi les semiconducteurs afin qu'il existe une attaque de matière mécanique ayant un pouvoir
20 d'attaque mécanique du matériau constituant la couche de protection 3 sensiblement différent du matériau d'au moins une des deux zones adjacentes à la couche de protection 3, et étant ainsi apte à mettre en œuvre au moins une attaque mécanique sélective.

L'attaque mécanique sélective est alors une des attaques mécaniques suivantes :
25 – Attaque mécanique sélective du matériau de la zone adjacente à la couche de protection 3 et située du côté de la couche utile prélevée par rapport à la couche de protection 3.

Le matériau de la couche de protection 3 a alors des propriétés de résistance à l'attaque mécanique mise en œuvre sensiblement plus forte que la zone qui lui
30 est sus-jacente.

A cet effet, on pourra par exemple durcir la couche de protection 3 vis à vis de la couche sus-jacente, de façon adaptée à l'attaque mécanique choisie pour enlever la zone sus-jacente.

5 Ainsi, par exemple, on sait que le Si carboné, avec une concentration de C comprise typiquement entre 5 % et 50 % est plus dur que le Si non carboné.

– Attaque mécanique sélective du matériau de la couche de protection 3, la zone adjacente à la couche de protection 3 et située du côté du substrat 1 par rapport à la couche de protection 3 formant une couche d'arrêt à la gravure.

10 Le matériau de la couche de protection 3 a des propriétés de résistance à l'attaque mécanique mise en oeuvre, et notamment à l'érosion, sensiblement moins forte que la zone qui lui est sus-jacente.

On pourra par exemple adoucir la couche de protection 3 vis à vis de la couche sous-jacente, de façon adaptée à la technique d'enlèvement de matière choisie pour enlever la couche de protection 3.

15 Une deuxième technique d'enlèvement de matière sélectif consiste à graver chimiquement la matière à enlever.

Une gravure par voie humide peut être mise en œuvre avec des solutions de gravure adaptées aux matériaux à enlever.

20 Une gravure par voie sèche peut aussi être mise en œuvre pour enlever de la matière, telle qu'une gravure par plasma ou par pulvérisation.

La gravure peut en outre être uniquement chimique, électrochimique ou photo électrochimique.

25 Le matériau qui constitue la couche de protection 3 est choisi parmi les semiconducteurs afin qu'il existe un fluide (un gaz ou une solution) de gravure ayant un pouvoir de gravure du matériau constituant la couche de protection 3 sensiblement différent du matériau d'au moins une des deux zones adjacentes à la couche de protection 3, et étant ainsi apte à mettre en œuvre au moins une gravure sélective.

La gravure sélective est une des gravures suivantes :



– gravure sélective du matériau de la zone adjacente à la couche de protection 3 et située du côté de la couche utile prélevée par rapport à la couche de protection 3, la couche de protection 3 formant une couche d'arrêt à la gravure ;

- 5 – gravure sélective du matériau de la couche de protection 3, la zone adjacente à la couche de protection 3 et située du côté du substrat 1 par rapport à la couche de protection 3 formant une couche d'arrêt à la gravure.

Quelle que soit la gravure sélective susceptible d'être mise en œuvre au cours du recyclage et destinée à enlever la partie de la plaquette donneuse 10 située du côté de la couche utile prélevée, il existe une couche d'arrêt à la gravure (la couche de protection 3 dans le cas de la première gravure ou la zone adjacente à la couche de protection 3 située du côté du substrat 1 par rapport à la couche de protection 3 dans le cas de la deuxième gravure sélective).

La couche d'arrêt joue ainsi le rôle d'une barrière à l'attaque chimique, et protège par là même le matériau de la partie sous-jacente à la couche de protection 3 (qui comprend au moins une partie de la structure tampon I).

Comme on l'a déjà évoqué plus haut, la sélectivité de l'enlèvement de matière entre le matériau de la couche de protection 3 et le matériau de la zone adjacente concernée par la gravure sélective peut être obtenue par le fait que :

- 20 – les deux matériaux sont différents ; ou
- les deux matériaux contiennent des éléments atomiques sensiblement identiques, à l'exception d'au moins un élément atomique ; ou
- les deux matériaux sont sensiblement identiques, mais au moins un élément atomique dans un matériau a une concentration atomique
- 25 sensiblement différente de celle du même élément atomique dans l'autre matériau ; ou
- les deux matériaux ont des densités de porosités différentes.

En référence à la figure 4, la couche de protection 3 est comprise dans la structure tampon I, la plaquette donneuse 10 comprend ainsi une structure constituée

des quatre couches successives suivantes : le substrat support 1, une partie inférieure 2' de la structure tampon I, la couche de protection 3 et la partie supérieure 4' de la structure tampon I.

5 La couche de protection 3 permet ici de protéger la partie inférieure 2' de la structure tampon I.

Le recyclage d'une telle plaquette donneuse 10 selon l'invention consiste, lors d'une première étape, à retirer toute la partie située du côté de la partie supérieure 4' de la structure tampon I par rapport à la couche de protection 3.

10 Au niveau de la couche de protection 3, l'enlèvement de matière sélectif est au moins un des enlèvements de matière sélectifs suivants :

- enlèvement du matériau de la zone de la partie 4' adjacente à la couche de protection 3, la couche de protection 3 formant une couche d'arrêt à l'enlèvement de matière ;
- 15 – enlèvement du matériau de la couche de protection 3, la zone de la partie 2' adjacente à la couche de protection 3, formant une couche d'arrêt à l'enlèvement de matière.

Quel que soit l'enlèvement de matière sélectif susceptible d'être mis en œuvre au cours du recyclage et destiné à enlever la partie 4' adjacente à la couche de protection 3, il existe une couche d'arrêt à l'enlèvement de matière (la couche de protection 3 dans le cas du premier enlèvement de matière sélectif ou la zone de la 20 partie 2' adjacente à la couche de protection 3, dans le cas du deuxième enlèvement de matière sélectif), jouant ainsi le rôle d'une barrière à l'attaque de matière, et protégeant par là même le matériau de la partie inférieure 2' de la structure tampon I.

25 Pour ne pas sensiblement perturber la structure cristallographique de la structure tampon I, ce type de couche de protection 3 doit avoir sa propre structure cristallographique sensiblement identique à celle de la zone adjacente de la structure tampon I, et doit donc être réalisée selon un mode de réalisation qui permet d'obtenir cette propriété de matériau, tel qu'un des trois modes de réalisation déjà discutés.



Après ledit enlèvement de la matière sus-jacente à la partie inférieure 2' de la structure tampon I, le recyclage comprend avantageusement une réalisation d'une nouvelle partie supérieure 4' de la structure tampon I, et éventuellement d'une nouvelle couche de protection 3 dans le cas où celle-ci a été enlevée (lors du deuxième enlèvement de matière sélectif mentionné plus haut ou par un traitement adapté à l'enlèvement de cette couche 3).

Les croissances de ces couches 3 et 4' peuvent être réalisées in situ ou après une légère étape de finition de la surface de la plaquette donneuse 10 sur laquelle aura lieu la ou les croissance(s), par exemple par polissage CMP, traitement thermique ou autre technique de lissage.

La partie inférieure 2' de la structure tampon I est donc préservée au cours du recyclage, ce qui n'était pas le cas pour les procédés de l'art antérieur.

Dans une configuration particulière et avantageuse de la plaquette donneuse 10, la partie inférieure 2' de la structure tampon I est une couche tampon, et la partie supérieure 4' de la structure tampon I est une couche additionnelle à la couche tampon, telles que les couches tampon 2 et additionnelle 4 représentées sur la figure 1 et discutées plus haut.

Cette configuration particulière a l'avantage de protéger la couche tampon 2', c'est à dire la partie de la structure tampon I qui est généralement la plus difficile, la plus longue et la plus coûteuse à réaliser.

La couche additionnelle 4' étant formée habituellement par épitaxie, associée à des paramètres fixes (comme par exemple la concentration des éléments à épitaxier, la température, la pression, l'atmosphère, la vitesse et le taux de croissance, etc.), et pouvant faire l'objet elle-même d'un prélèvement lors de l'étape de prélèvement de couche à partir de la plaquette donneuse 10, une protection par la couche de protection 3 de cette couche additionnelle 4' lors du recyclage ne semble pas nécessaire à mettre en œuvre.

Cependant, dans une autre configuration particulière de la plaquette donneuse 10, on peut situer la couche de protection 3 au sein de la couche additionnelle 4' pour en protéger au moins une partie.

Et dans une autre configuration particulière, la couche de protection 3 est formée à l'intérieur de la couche tampon 2' pour en protéger uniquement une partie, par exemple la partie la plus difficile à réaliser.

En référence à la figure 5, une deuxième plaquette donneuse 10 conforme à l'invention diffère principalement de la plaquette donneuse 10 représentée sur la figure 2 par le fait que la couche de protection 3 ne se situe plus dans la structure tampon I, mais directement sur la structure tampon I.

Une surcouche 5 est en outre présente sur la couche de protection 3, dans laquelle sera prélevée au moins une partie d'une couche utile lors du transfert de couche à partir de la plaquette donneuse 10.

La composition et la structure cristallographique de cette surcouche 5 seront choisies en fonction des propriétés physiques, électriques et/ou mécaniques que l'on souhaite obtenir dans la structure post-transfert.

Le matériau de cette surcouche 5 peut par exemple avoir un paramètre de maille nominal sensiblement identique à celui de la structure tampon I dans sa partie adjacente à la couche de protection 3, de sorte à conserver une structure sensiblement relaxée.

Le matériau de cette surcouche 5 peut aussi avoir, par exemple, un paramètre de maille nominal sensiblement différent de celui de la structure tampon I dans sa partie adjacente à la couche de protection 3, et avoir une épaisseur suffisamment faible pour devoir conserver le paramètre de maille de la structure tampon I dans sa partie adjacente à la couche de protection 3, et être ainsi contraint.

Le matériau de cette surcouche 5 peut encore être choisi par exemple pour avoir une structure intermédiaire entre une structure contrainte et une structure relaxée.

Dans une configuration avantageuse, la surcouche 5 est réalisée par croissance de couche, par exemple par épitaxie par CVD ou MBE.

Dans cette configuration et dans un premier cas, la croissance de la surcouche 5 est réalisée in situ, directement en continuation de la formation de la partie supérieure de la structure tampon I, cette dernière étant aussi dans ce cas avantageusement formée par croissance de couche.



Dans un deuxième cas, la croissance de la surcouche 5 est réalisée après une légère étape de finition de surface de la surface supérieure de la structure tampon I sous-jacente, par exemple par polissage CMP, traitement thermique ou autre technique de lissage.

5 En ce qui concerne la couche de protection 3, son rôle est ici de protéger sensiblement toute la structure tampon I sous-jacente et le substrat 1 de l'enlèvement de matière mis en œuvre lors de la première étape du recyclage.

 Le recyclage d'une telle plaquette donneuse 10, après qu'on y ait prélevé une couche utile dans la surcouche 5, consiste, lors d'une première étape, à retirer
10 sensiblement toute la partie située du côté de la surcouche 5 par rapport à la couche de protection 3.

 Au niveau de la couche de protection 3, l'enlèvement de matière sélectif est au moins un des enlèvements de matière sélectifs suivants :

 – enlèvement du matériau de la surcouche 5 adjacent à la couche de
15 protection 3, la couche de protection 3 formant une couche d'arrêt à l'enlèvement de matière ;

 – enlèvement du matériau de la couche de protection 3, la zone de la structure tampon I adjacente à la couche de protection 3 formant une couche d'arrêt à l'enlèvement de matière.

20 Quel que soit l'enlèvement de matière sélectif susceptible d'être mis en œuvre au cours du recyclage et destiné à enlever la surcouche 5 restante, il existe une couche d'arrêt à l'enlèvement de matière (la couche de protection 3 dans le cas du premier enlèvement de matière sélectif ou la zone de la partie supérieure de la structure tampon I, adjacente à la couche de protection 3, dans le cas du deuxième enlèvement de matière
25 sélectif), jouant ainsi le rôle d'une barrière à l'attaque de matière, et protégeant par là même le matériau de la structure tampon I.

 D'autre part, il peut être avantageux que la couche de protection 3 ne perturbe sensiblement pas la structure cristallographique de la structure tampon I directement sous-jacente, et ne perturbe pas la croissance cristalline de la surcouche 5 sus-jacente,

pour conserver l'influence de la structure de la structure tampon I sur la structure de la surcouche 5 en croissance, et est donc avantageusement réalisée selon un des trois modes de réalisation déjà discutés.

Après ledit enlèvement de la matière sus-jacente à la structure tampon I, le recyclage comprend avantageusement une réalisation d'une nouvelle surcouche 5, et éventuellement d'une nouvelle couche de protection 3 dans le cas où celle-ci a été enlevée (lors du deuxième enlèvement de matière sélectif mentionné plus haut ou par un traitement adapté à l'enlèvement de cette couche 3).

Les croissances de ces couches 5 et 3 peuvent être réalisées in situ ou après une légère étape de finition de la surface de la plaquette donneuse 10 sur laquelle aura lieu la ou les croissance(s), par exemple par polissage CMP, traitement thermique ou autre technique de lissage.

En référence à la figure 6, une troisième plaquette donneuse 10 conforme à l'invention diffère principalement de la plaquette donneuse 10 représentée sur la figure 3 par le fait qu'il existe une couche intermédiaire 8 entre la structure tampon I et la couche de protection 3.

La composition et la structure cristallographique de cette couche intermédiaire 8 seront choisies en fonction des propriétés physiques, électriques et/ou mécaniques que l'on souhaite obtenir.

Le matériau de la couche intermédiaire 8 peut par exemple avoir un paramètre de maille nominal sensiblement identique à celui de la structure tampon I dans sa partie adjacente à son interface, de sorte à conserver une structure sensiblement relaxée. Dans ce cas, la couche intermédiaire 8 est une extension de la structure tampon I, qui peut par exemple renforcer d'avantage la rigidité cristallographique de la surface de croissance de la surcouche 5.

Le matériau de cette couche intermédiaire 8 peut aussi avoir, par exemple, un paramètre de maille nominal sensiblement différent de celui de la structure tampon I dans la partie adjacente à son interface, et avoir une épaisseur suffisamment faible pour devoir conserver le paramètre de maille de la structure tampon I dans sa partie adjacente à la couche de protection 3, et être ainsi contraint.



Dans une configuration avantageuse, la couche intermédiaire 8 ou la surcouche 5 est réalisée par croissance de couche, par exemple par épitaxie par CVD ou MBE.

Dans cette configuration et dans un premier cas, la croissance de la couche considérée est réalisée in situ, directement en continuation de la formation de la couche sous-jacente, cette dernière étant aussi dans ce cas avantageusement formée par croissance de couche.

Dans un deuxième cas, la croissance de la couche considérée est réalisée après une légère étape de finition de surface de la surface supérieure de la couche sous-jacente, par exemple par polissage CMP, traitement thermique ou autre technique de lissage.

En ce qui concerne la couche de protection 3, son rôle est ici de protéger sensiblement toute la couche intermédiaire 8 sous-jacente, toute la structure tampon I et le substrat 1 de l'enlèvement de matière mis en œuvre lors de la première étape de recyclage.

Au niveau de la couche de protection 3, l'enlèvement de matière sélectif est au moins un des enlèvements de matière sélectifs suivants :

- enlèvement du matériau de la surcouche 5 adjacent à la couche de protection 3, la couche de protection 3 formant une couche d'arrêt à l'enlèvement de matière ;
- enlèvement du matériau de la couche de protection 3, la zone de la couche intermédiaire 8 adjacente à la couche de protection 3 formant une couche d'arrêt à l'enlèvement de matière.

Quel que soit l'enlèvement de matière sélectif susceptible d'être mis en œuvre au cours du recyclage et destiné à enlever la surcouche 5 restante, il existe une couche d'arrêt à l'enlèvement de matière (la couche de protection 3 dans le cas du premier enlèvement de matière sélectif ou la zone de la couche intermédiaire 8 adjacente à la couche de protection 3, dans le cas du deuxième enlèvement de matière sélectif), jouant ainsi le rôle d'une barrière à l'attaque de matière, et protégeant par là même le matériau de la structure tampon I.

D'autre part, il peut être avantageux que la couche de protection 3 ne perturbe sensiblement pas la structure cristallographique de la couche intermédiaire 8 directement sous-jacente, et ne perturbe pas la croissance cristalline de la surcouche 5 sus-jacente, pour conserver l'influence de la structure de la couche intermédiaire 8 sur la structure de la surcouche 5 en croissance, et doit donc être réalisée selon un des deux modes de réalisation déjà discutés.

Après ledit enlèvement de la matière sus-jacente à la couche intermédiaire 8, le recyclage comprend avantageusement une réalisation d'une nouvelle surcouche 5, et éventuellement d'une nouvelle couche de protection 3 dans le cas où celle-ci a été enlevée (lors du deuxième enlèvement de matière sélectif mentionné plus haut ou par un traitement adapté à l'enlèvement de cette couche 3).

Les croissances de ces couches 5 et 3 peuvent être réalisées in situ ou après une légère étape de finition de la surface de la plaquette donneuse 10 sur laquelle aura lieu la ou les croissance(s), par exemple par polissage CMP, traitement thermique ou autre technique de lissage.

En référence aux figures 7a à 7f, sont représentées les différentes étapes d'un procédé de prélèvement de couche mince et de recyclage d'une plaquette donneuse 10 comprenant une couche de protection 3, qui met en œuvre une plaquette donneuse 10 avec une structure en couches sensiblement identique à celle précédemment décrite en référence à la figure 4 et qui comprend donc, en référence à la figure 7a, un substrat 1, une structure tampon I au sein de laquelle se trouve une couche de protection 3.

Dans l'exemple que nous allons étudier, la couche de protection 3 sépare une couche tampon 2 et une couche additionnelle 4 dans la structure tampon I.

Dans cet exemple de procédé selon l'invention, une surcouche 5 a été ajoutée au-dessus de la couche additionnelle 4.

Le prélèvement que l'on effectuera durant ce procédé concernera le prélèvement d'une partie de la couche additionnelle 4 et de la surcouche 5.

De la même manière et dans d'autres configurations en structure de la plaquette donneuse 10, il peut y avoir plusieurs surcouches et le prélèvement concernerait alors des surcouches et éventuellement une partie de la couche

additionnelle 4, ou il peut n'y avoir aucune surcouche et le prélèvement concernerait alors une partie seulement de la couche additionnelle 4.

Il est en outre souvent nécessaire d'avoir une couche de protection 3 assez mince : comme déjà expliqué plus haut, une épaisseur de couche de protection 3 trop importante pourrait provoquer une influence sur des propriétés cristalline de la structure tampon 1, tel qu'une génération de défauts, par exemple des dislocations, ou des changements dans des paramètres de maille.

Pour cela, l'épaisseur de la couche de protection 3 doit être inférieure à une épaisseur critique au-delà de laquelle on obtiendrait ces effets non désirés ici.

Ces quatre couches 2, 3, 4 et 5 ont été avantageusement formées par épitaxie selon des techniques connues, par exemple par CVD et MBE.

Dans un premier cas, la croissance d'au moins une de ces quatre couches est réalisée in situ, directement en continuation de la formation du support de croissance sous-jacent, ce dernier étant aussi dans ce cas avantageusement formé par croissance de couche.

Dans un deuxième cas, la croissance d'au moins une de ces quatre couches est réalisée après une légère étape de finition de surface du support de croissance sous-jacent, par exemple par polissage CMP, traitement thermique ou autre technique de lissage.

Un procédé de prélèvement de couche mince est représenté sur les figures 7b et 7c.

Une première étape de prélèvement préférée de l'invention consiste à créer une zone de fragilisation dans la couche additionnelle 4, afin de réaliser un détachement plus tard, et prélever ainsi la ou les couche(s) souhaitée(s).

Plusieurs techniques pouvant être mises en œuvre pour créer une telle zone de fragilisation sont présentées ici :

Une première technique, appelée Smart-cut[®], connue de l'homme du métier (et dont on pourra trouver des descriptions dans un certain nombre d'ouvrages traitant de techniques de réduction de plaquettes) consiste, dans sa première étape, à implanter des

espèces atomiques (tels que des ions hydrogène) avec une énergie déterminée pour créer ainsi une zone de fragilisation.

Une deuxième technique consiste à former une interface fragile par création d'au moins une couche poreuse, comme décrit par exemple dans le document EP-A-
5 0 849 788.

La zone de fragilisation formée avantageusement selon l'une de ces deux techniques est, dans cet exemple de procédé selon l'invention, créée entre la surcouche 5 et la couche additionnelle 4 ou dans la couche additionnelle 4.

Dans le cas où la surcouche 5 est suffisamment épaisse, la zone de fragilisation
10 peut y être formée. C'est en particulier le cas où la surcouche 5 est constituée d'un empilement de couches.

En référence à la figure 7b, une deuxième étape concernant le prélèvement de couche mince consiste à rapporter un substrat récepteur 6 à la surface de la surcouche 5.

Le substrat récepteur 6 constitue un support mécanique suffisamment rigide
15 pour soutenir la surcouche 5 qui sera prélevée de la plaquette donneuse 10, et la protéger d'éventuelles contraintes mécaniques venues de l'extérieur.

Ce substrat récepteur 6 peut être par exemple en silicium ou en quartz ou un autre type de matériau.

On rapporte le substrat récepteur 6 en le mettant en contact intime avec la
20 surcouche 5 et en opérant un collage, dans lequel on effectue avantageusement une adhésion moléculaire entre le substrat 6 et la surcouche 5.

Cette technique de collage, ainsi que des variantes, est notamment décrite dans le document intitulé « Semiconductor Wafer Bonding » (Science and technology, Interscience Technology) par Q. Y. Tong, U. Gösele et Wiley.

25 Le collage est accompagné, si nécessaire, d'un traitement approprié des surfaces respectives à coller au préalable et/ou un apport d'énergie thermique et/ou un apport d'un liant supplémentaire.

Ainsi, par exemple, un traitement thermique mis en œuvre pendant ou juste après le collage permet de rigidifier les liaisons de collage.

Le collage peut aussi être contrôlé par une couche de collage, telle de la silice, intercalée entre la surcouche 5 et le substrat récepteur 6, présentant des capacités de liaisons moléculaires particulièrement fortes.

De façon avantageuse le matériau constituant la face de collage du substrat récepteur 6 et/ou le matériau de la couche de collage éventuellement formée, est électriquement isolant pour réaliser à partir des couches prélevées une structure SeOI, la couche de semiconducteur de la structure SeOI étant alors la surcouche 5 transférée avec ou sans une partie de la couche additionnelle 4.

Une fois le substrat récepteur 6 collé, on met en œuvre un enlèvement de la partie de la plaquette donneuse 10 au niveau de la zone de fragilisation formée précédemment, en y opérant un détachement.

Dans le cas de ladite première technique (Smart-cut®), on soumet, dans une seconde étape, la zone implantée (formant la zone de fragilisation) à un traitement thermique et/ou mécanique, ou autre apport d'énergie, pour réaliser le détachement au niveau de la zone de fragilisation.

Dans le cas de ladite deuxième technique, on soumet la couche fragile à un traitement mécanique, ou autre apport d'énergie, pour réaliser le détachement au niveau de la couche fragilisée.

Le détachement au niveau d'une zone de fragilisation selon l'une de ces deux techniques permet de retirer une partie majeure de la plaquette 10, pour obtenir une structure comprenant le reste éventuel de la structure tampon I, la surcouche 5, l'éventuelle couche de collage et le substrat récepteur 6.

Une étape de finition à la surface de la structure formée, au niveau de la couche prélevée, est alors avantageusement mise en œuvre pour retirer d'éventuelles rugosités de surface, des inhomogénéités d'épaisseur et/ou des couches indésirables, en utilisant par exemple un polissage mécano-chimique CMP, une gravure ou au moins un traitement thermique.

Une couche post-prélèvement 7 constitue la partie, après le prélèvement, qui reste au-dessus de la couche de protection 3, l'ensemble de la plaquette formant une

plaquette donneuse 10' à envoyer au recyclage pour être ultérieurement réutilisée lors d'un autre prélèvement de couche.

Des étapes de recyclage sont représentées sur les figures 7d, 7e et 7f.

En référence à la figure 7d, une première étape de recyclage correspond à
5 l'enlèvement de sensiblement toute la couche post-prélèvement 7 et éventuellement de l'enlèvement de la couche de protection 3.

Une attaque mécanique, mécano-chimique ou un traitement adapté peut éventuellement et en premier lieu être mis en œuvre pour enlever une partie du reste de la couche additionnelle 4 de la couche post-prélèvement 7, telle qu'une attaque par
10 rodage, polissage, CMP, gravure chimique, traitement thermique, lissage.

On peut aussi combiner ou faire succéder plusieurs de ces techniques d'attaque de matériau, telle que par exemple une succession d'attaques par gravure chimique et par CMP.

Dans tous les cas, la première étape de recyclage comprend la mise en œuvre
15 d'au moins un des enlèvements de matière sélectifs discutés plus haut.

En référence aux figures 7e et 7f, une deuxième étape de recyclage correspond à la restauration des couches sensiblement identiques à celles qui existaient avant prélèvement, avec les formations respectives d'une couche additionnelle 4' et d'une surcouche 5'.

20 La restauration comprend en outre la formation d'une couche de protection 3 dans le cas où celle-ci a été enlevée.

Les restaurations de couches sont avantageusement mises en œuvre par une formation de couche selon une technique sensiblement identique à l'une de celles détaillées plus haut.

25 Les couches obtenues 4' et 5' de la plaquette donneuse 10''' ne sont pas nécessairement identiques aux couches 4 et 5 de la plaquette donneuse 10, la plaquette donneuse représentée sur la figure 7d pouvant servir de substrat à d'autres types de couches.

Dans l'exemple de procédé selon l'invention que l'on vient de détailler, le
30 prélèvement concerne une partie de la couche additionnelle 4 et la surcouche 5.

De manière parallèle, cet exemple peut s'appliquer à un prélèvement concernant uniquement une partie de la couche additionnelle 4 (la plaquette donneuse 10 ne comprenant pas de surcouche 5).

De manière parallèle, cet exemple peut s'appliquer à un prélèvement
5 concernant uniquement une partie de la surcouche 5, et le recyclage comprend alors l'enlèvement de la partie de la surcouche 5 restante.

Dans l'exemple de procédé selon l'invention que l'on vient de détailler, la couche de protection 3 est située entre la couche tampon 2 et la couche additionnelle 4.

De façon évidente, cet exemple s'applique aussi dans les cas où la couche de
10 protection 3 est située dans la couche tampon 2 ou dans la couche additionnelle 4.

De manière générale, cet exemple s'étend au cas où la couche de protection 3 est située dans la structure tampon I.

La description du procédé selon l'invention en référence aux figures 7a à 7f mettant en œuvre une plaquette donneuse 10 représentée sur la figure 2, est aussi
15 aisément transposable aux plaquettes donneuses 10 représentées sur :

- la figure 5 en situant la couche de protection 3 entre la structure tampon I et la surcouche 5 au lieu de la placer au sein de la structure tampon I, le prélèvement de couche se faisant alors au niveau de la surcouche 5, l'enlèvement de matière du recyclage se terminant par une gravure sélective de la surcouche 5 vis à vis de la couche
20 de protection 3 et/ou par une gravure sélective de la couche de protection 3 vis à vis de la structure tampon I ;

- la figure 6 en ajoutant une couche intermédiaire 8 à la plaquette donneuse 10 en la situant entre la structure tampon I et la couche de protection 3, le prélèvement de couche se faisant au niveau de la surcouche 5, l'enlèvement de matière du recyclage se
25 terminant par une gravure sélective de la surcouche 5 vis à vis de la couche de protection 3 et/ou par une gravure sélective de la couche de protection 3 vis à vis de la couche intermédiaire 8.

Après recyclage de la plaquette donneuse 10 selon l'invention, on peut alors à nouveau mettre en œuvre un procédé de prélèvement de couche utile.

Ainsi, dans un contexte avantageux de l'invention, on met en œuvre un procédé cyclique de prélèvement de couche utile à partir d'une plaquette donneuse 10 selon l'invention, en faisant se succéder itérativement :

- un procédé de prélèvement ; et
- 5 • un procédé de recyclage selon l'invention.

Avant la mise en œuvre du procédé cyclique de prélèvement, on peut mettre en œuvre un procédé de réalisation de la plaquette donneuse 10 selon l'invention avec une ou plusieurs des techniques de réalisation de couches minces sur substrat décrites plus haut.

10 Dans la suite de ce document, nous présentons des exemples de configurations de plaquettes donneuses 10 comprenant des structures tampon I, et aptes à être mises en œuvre par un procédé selon l'invention.

Nous présenterons en particulier des matériaux pouvant être avantageusement utilisés dans de telles plaquettes donneuses.

15 Comme nous l'avons vu, une structure tampon I réalisée sur un substrat 1 ayant un premier paramètre de maille a comme fonction première, la plupart du temps, d'avoir un deuxième paramètre de maille sur sa face libre.

Une telle structure tampon I comprend alors une couche tampon 2 permettant de réaliser une telle adaptation de paramètre de maille.

20 La technique employée le plus souvent pour obtenir une couche tampon 2 ayant cette propriété est d'avoir une couche tampon 2 composée de plusieurs éléments atomiques comprenant :

- au moins un élément atomique se retrouvant dans la composition du substrat 1 ; et
- 25 • au moins un élément atomique ne se retrouvant pas ou très peu dans le substrat 1, et ayant une concentration évoluant graduellement dans l'épaisseur de la couche tampon 2.



La concentration graduelle de cet élément dans la couche tampon 2 sera la cause principale de l'évolution graduelle du paramètre de maille dans la couche tampon 2, de façon métamorphique.

Ainsi, dans cette configuration, une couche tampon 2 sera principalement un
5 alliage.

Les éléments atomiques choisis pour la composition du substrat 1 et de la couche tampon 2 peuvent être de type IV, tel le Si ou le Ge.

On peut avoir par exemple dans ce cas un substrat 1 en Si et une couche tampon 2 en SiGe avec une concentration en Ge évoluant progressivement en épaisseur entre
10 une valeur voisine de 0 à l'interface avec le substrat 1 et une valeur déterminée sur l'autre face de la couche tampon 2.

Dans un autre cas de figure, la composition du substrat 1 et de la couche tampon 2 peuvent comprendre des paires d'éléments atomiques de type III-V, telles les combinaisons possibles (Al,Ga,In) – (N,P,As).

On peut avoir par exemple dans ce cas un substrat 1 en AsGa et une couche
15 tampon 2 comprenant de l'As et/ou du Ga avec au moins un autre élément, ce dernier élément évoluant progressivement en épaisseur entre une valeur voisine de 0 à l'interface avec le substrat 1 et une valeur déterminée sur l'autre face de la couche tampon 2.

La composition du substrat 1 et de la couche tampon 2 peuvent comprendre des
20 paires d'éléments atomiques de type II-VI, telles les combinaisons possibles (Zn,Cd) – (S,Se,Te).

Nous offrons ci-après quelques exemples de telles configurations :

Les trois premiers exemples traitent particulièrement de plaquettes donneuses
25 10 comprenant un substrat 1 en Si et une couche tampon 2 en SiGe et d'autres couches de Si et de SiGe.

Ces plaquettes 10 sont particulièrement utiles dans le cas d'un prélèvement de couches de SiGe et/ou de Si contraint pour réaliser des structures SGOI, SOI ou Si/SGOI.

Dans ce contexte, des types de solutions de gravure sont utilisés qui diffèrent selon le matériau (Si ou SiGe) à graver. Ainsi on classera les solutions de gravure aptes à graver ces matériaux en catégories, en attribuant à chaque catégorie un identifiant compris dans la liste suivante :

- 5 • S1 : solutions de gravure sélective du Si vis à vis du SiGe telle qu'une solution comprenant au moins l'un des composés suivants : KOH, NH₄OH (hydroxyde d'ammonium), TMAH, EDP ou HNO₃ ou des solutions actuellement à l'étude combinant des agents tels que HNO₃, HNO₂H₂O₂, HF, H₂SO₄, H₂SO₂, CH₃COOH, H₂O₂, et H₂O, comme expliqué dans le document
- 10 WO 99/53539, page 9.
- S2 : solutions de gravure sélective du SiGe vis à vis du Si telle qu'une solution comprenant du HF:H₂O₂:CH₃COOH (sélectivité d'environ 1 :1000) ou du HNA (solution fluorhydrique – nitrique – acétique).
- Sc1 : solutions de gravure sélective de SiGe ayant une concentration de Ge
- 15 sensiblement inférieure ou égale à 20 % vis à vis de SiGe ayant une concentration de Ge environ égale ou supérieure à 25 %, telle qu'une solution comprenant du TMAH ou du KOH.
- Sd1 : solutions de gravure sélective de Si non dopé vis à vis de Si dopé bore, préférentiellement à plus de $2 \cdot 10^{19} \text{ cm}^{-3}$, telle qu'une solution
- 20 comprenant de l'EDP (diamine d'éthylène et pyrocatechol), du KOH ou du N₂H₂ (hydrazine).

Exemple 1 : Après recyclage, la plaquette donneuse 10 est constituée :

- d'un substrat 1 en du Si ;
- d'une structure tampon 1 en SiGe avec une couche tampon 2 et une
- 25 couche additionnelle 4 ;
- d'une couche post-prélèvement 7 en Si ou en SiGe qui constitue le reste d'une surcouche 5 après le prélèvement d'une partie de cette dernière.



La couche tampon 2 a de préférence une concentration en Ge croissant progressivement à partir de l'interface avec le substrat 1, pour faire évoluer le paramètre de maille du SiGe comme expliqué plus haut.

5 L'épaisseur est typiquement comprise entre 1 et 3 micromètres pour obtenir une bonne relâche structurelle en surface, et pour confiner des défauts liés à la différence de paramètre de maille de sorte qu'ils soient enterrés.

La couche additionnelle 4 est en SiGe sensiblement relaxé par la couche tampon 2, avec une concentration en Ge avantageusement uniforme et sensiblement identique à celle de la couche tampon 2 au voisinage de leur interface.

10 La concentration de germanium dans le silicium au sein de la couche de SiGe relaxé 4 est typiquement comprise entre 15 % et 30 %.

Cette limitation à 30 % représente une limitation typique des techniques actuelles, mais peut être amenée à évoluer dans les prochaines années.

15 La couche additionnelle 4 a une épaisseur pouvant varier grandement selon les cas, avec une épaisseur typique comprise entre 0,5 et 1 micron.

Dans le cas où la couche post-prélèvement 7 est en Si, on mettra avantageusement en œuvre, pour la retirer, une gravure sélective de celle-ci vis à vis de la couche additionnelle 4 en SiGe avec une solution de gravure de type S1.

Dans le cas où la couche post-prélèvement 7 est en SiGe et que :

- 20
- la concentration en Ge dans la couche post-prélèvement 7 est sensiblement inférieure ou égale à 20 %, et
 - la concentration en Ge dans la couche additionnelle 4 est environ égale ou supérieure à 25 %,

on mettra en œuvre, pour la retirer, une gravure sélective de la couche post-prélèvement vis à vis de la couche additionnelle 4 en SiGe avec une solution de gravure de type Sc1.

25 Dans tous les cas, la dernière partie de la couche post-prélèvement 7 est ainsi entièrement enlevée par voie chimique, avec un arrêt de la gravure au niveau de la couche de protection 3 qui forme ainsi une couche d'arrêt, protégeant les couches sous-jacentes que l'on souhaite conserver.

Exemple 2 : Après recyclage, la plaquette donneuse 10 est sensiblement identique à celle présentée dans l'exemple 1, à l'exception de la présence d'une couche de protection 3 au sein de la plaquette 10.

La couche de protection 3 est constituée :

- 5
- de Si contraint ; ou
 - de SiGe ; ou
 - de Si dopé bore.

On rappelle que dans le cas où la couche de protection 3 est en Si contraint, l'épaisseur de la couche de protection 3 doit pour cela ne pas dépasser une épaisseur critique.

10

Ainsi, par exemple, pour une couche de protection 3 en Si contraint intercalée entre deux couches en SiGe ayant respectivement une concentration en Ge sensiblement égale à 20 %, l'épaisseur critique est typiquement égale à 20 nanomètres environ.

Dans un premier cas, la couche de protection 3 est située entre deux couches en SiGe.

15

C'est le cas notamment où la couche de protection 3 est située entre deux couches de la structure tampon I ; ou entre la structure tampon I et une couche post-prélèvement 7 en SiGe ; ou dans la couche post-prélèvement en SiGe.

Plusieurs types de gravures peuvent alors être mises en œuvre selon le matériau de la couche de protection 3 :

20

- Si la couche de protection 3 est en Si contraint :
 - ✓ on grave sélectivement la partie en SiGe sus-jacente avec une solution de type S 2 ;
- et/ou :
- 25 ✓ après avoir enlevé la couche post-prélèvement 7, on grave sélectivement la couche de protection 3 avec une solution de type S1.
- Si la couche de protection 3 est en SiGe avec une concentration en Ge environ égale ou supérieure à 25 % et que la couche sus-jacente a une concentration en Ge sensiblement inférieure ou égale à 20 % :

- ✓ on grave sélectivement la partie en SiGe sus-jacente avec une solution de type Sc1.
- Si la couche de protection 3 est en SiGe avec une concentration en Ge sensiblement inférieure ou égale à 20 % et que la couche sous-jacente a une concentration en Ge environ égale ou supérieure à 25 % :
- ✓ après avoir enlevé la couche post-prélèvement 7, on grave sélectivement la couche de protection 3 avec une solution de type Sc1.

Dans un deuxième cas, la couche de protection 3 est située entre une couche en SiGe sous-jacente et une couche en Si sus-jacente.

- 10 C'est le cas notamment si la couche de protection 3 est située entre la structure tampon I et une couche post-prélèvement 7 en Si ; ou entre une couche intermédiaire 8 en SiGe et une couche post-prélèvement 7 en Si ; ou dans la couche post-prélèvement 7 entre une couche de SiGe et une couche de Si.

15 Plusieurs types de gravures peuvent alors être mises en œuvre selon le matériau de la couche de protection 3 :

- Si la couche de protection 3 est en Si dopé B :
 - ✓ on grave sélectivement la partie en Si sus-jacente avec une solution de type Sd1 ;
- Si la couche de protection 3 est en SiGe :
 - 20 ✓ on grave sélectivement la partie en Si sus-jacente avec une solution de type S1.
 - Si la couche de protection 3 est en SiGe avec une concentration en Ge sensiblement inférieure ou égale à 20 % et que la couche sous-jacente a une concentration en Ge environ égale ou supérieure à 25 % :
 - 25 ✓ après avoir enlevé la couche post-prélèvement 7, on grave sélectivement la couche de protection 3 avec une solution de type Sc1.

Dans un troisième cas, la couche de protection 3 est située entre deux couches en Si.

C'est le cas notamment si la couche de protection 3 est située entre une couche intermédiaire en Si et une couche post-prélèvement 7 en Si ; ou dans la couche post-prélèvement 7 en Si.

5 Plusieurs types de gravures peuvent alors être mises en œuvre selon le matériau de la couche de protection 3 :

- Si la couche de protection 3 est en Si dopé B :

- ✓ on grave sélectivement la partie en Si sus-jacente avec une solution de type Sd1 ;

- Si la couche de protection 3 est en SiGe :

10 ✓ on grave sélectivement la partie en Si sus-jacente avec une solution de type S1 ;

et/ou :

- ✓ après avoir enlevé la couche post-prélèvement 7, on grave sélectivement la couche de protection 3 avec une solution de type S2.

15 Exemple 3 : Après recyclage, la plaquette donneuse 10 est constituée :

- d'un substrat 1 en Si ;

- d'une structure tampon I avec une couche tampon 2 en SiGe et une couche additionnelle 4 en Ge ;

20 – d'une couche post-prélèvement 7 en AsGa qui constitue le reste d'une surcouche 5 après le prélèvement d'une partie de cette dernière ;

- une couche de protection 3 en AlGaAs placée dans la couche post-prélèvement 7.

25 La couche tampon 2 a de préférence une concentration en Ge croissant progressivement à partir de l'interface avec le substrat 1, pour faire évoluer le paramètre de maille entre celui du substrat 1 en Si et celui de la couche additionnelle 4 en Ge.

A cet effet on fait progresser, dans la couche tampon 2, la concentration de Ge de environ 0 à environ 100 %, ou plus précisément autour de 98 % pour un accord de maille théorique complet des deux matériaux.

Dans un premier cas de figure, la gravure chimique sélective de la couche post-prélèvement 7 avec une solution de gravure sélective, telle une solution comprenant de l'acide citrique ($C_6H_8O_7$) et de l'eau oxygénée ayant un pH compris environ entre 6 et 7 (le coefficient de sélectivité étant typiquement de 20), permet de retirer sensiblement toute la couche post-prélèvement 7 restante, la couche de protection 3 se comportant ici comme une couche d'arrêt à la gravure.

Dans un deuxième cas de figure, après enlèvement de la partie de la couche post-prélèvement 7 sus-jacente à la couche de protection 3, et pour une concentration d'aluminium dans la couche de protection 3 supérieure à 20 %, une gravure chimique sélective de la couche de protection 3 avec une solution de gravure sélective, telle une solution comprenant de l'acide fluorhydrique dilué (entre 9% et 48 % environ) (le coefficient de sélectivité étant compris typiquement entre 350 et 10000), permet de retirer sensiblement toute la couche de protections 3, la couche post-prélèvement 7 sous-jacente se comportant ici comme une couche d'arrêt à la gravure.

Dans un troisième cas de figure, on peut faire se succéder les deux gravures sélectives afin d'enlever au moins une partie de la couche post-prélèvement 7 et d'enlever la couche de protection 3.

La structure tampon I est ainsi conservée et est entièrement recyclée.

Exemple 4 : Après recyclage, la plaquette donneuse 10 est constituée :

- d'un substrat 1 comprenant au moins une partie en AsGa au niveau de son interface avec la structure tampon I ;
- d'au moins une partie d'une structure tampon I en matériau III-V ;
- d'une couche post-prélèvement 7 comprenant un matériau III-V qui constitue le reste d'une surcouche 5 après le prélèvement d'une partie de cette dernière.

L'intérêt premier de cette structure tampon I est d'adapter le paramètre de maille du matériau de la surcouche 5 (dont la valeur nominale est d'environ 5,87 angströms) à celui de l'AsGa (dont la valeur nominale est d'environ 5,65 angströms).

Dans les matériaux III-V massifs, et en comparant l'InP massif à l'AsGa massif, ce dernier est moins onéreux, plus disponible sur le marché des semiconducteurs, moins fragile mécaniquement, un matériau à partir duquel les mises en œuvre de technologies à contact par face arrière sont plus connues, et dont la taille
5 peut atteindre de grandes valeurs (typiquement 6 pouces au lieu de 4 pouces pour l'InP massif).

On voit donc ici tout l'intérêt que peut offrir une telle plaquette donneuse 10 : elle permet en effet de réaliser une couche active d'un matériau III-V à transférer avec une qualité et des propriétés déterminées, pouvant par exemple être proches de
10 propriétés qu'on aurait pu trouvé dans une réalisation de ce dernier matériau en massif.

Dans une configuration particulière de la plaquette donneuse 10 avant prélèvement, la surcouche 5 avant prélèvement comprenait de l'InP à prélever.

L'InP massif ayant une dimension généralement limitée à quatre pouces, la plaquette donneuse 10 donne par exemple une solution à la réalisation d'une couche
15 d'InP dimensionnée à 6 pouces.

Une structure tampon I pour réaliser une telle surcouche 5 nécessite une épaisseur typiquement supérieure à un micron, et qui sera amenée à évoluer vers de plus grandes épaisseurs, notamment si on peut la recycler selon la présente invention.

La technique d'épithaxie habituellement mise en œuvre pour réaliser une telle
20 structure tampon I est en outre particulièrement difficile et coûteuse, il est donc intéressant de pouvoir la récupérer au moins en partie après le prélèvement de la couche utile.

La structure tampon I comprend avantageusement une couche tampon 2 constituée d'InGaAs avec une concentration d'In évoluant entre 0 et environ 53 %.

25 La structure tampon I peut comprendre en outre une couche additionnelle 4 en matériau III-V, tel de l'InGaAs ou de l'InAlAs, avec une concentration des éléments atomiques sensiblement constante.

Dans un cas de prélèvement particulier, on prélèvera la surcouche 5 en InP et une partie de la couche additionnelle 4 pour la transférer sur un substrat récepteur.

On pourra ainsi tirer profit d'éventuelles propriétés électriques ou électroniques existant entre les deux matériaux prélevés.

C'est par exemple le cas si la partie de la couche additionnelle 4 prélevée est en InGaAs ou en InAlAs : des discontinuités de bandes électroniques entre ce dernier matériau et l'InP créent de meilleures mobilités électroniques dans les couches prélevées.

D'autres configurations de plaquettes donneuses 10 sont possibles, comprenant d'autres composés III-V, tel l'InAlAs ou autres.

Les applications de tels prélèvement de couche sont typiquement des réalisations de HEMT ou de HBT (abréviations anglo-saxonnes respectives de « High-Electron Mobility Transistor » et de « Heterojonction Bipolar Transistor »).

Des solutions de gravure chimique, éventuellement sélective, adaptées pour enlever certains matériaux III-V vis à vis d'autres matériaux III-V seront avantageusement mises en œuvre lors de la première étape de recyclage.

Ainsi par exemple, afin d'enlever une couche post-prélèvement 7 en InP sans enlever une couche en InGaAs sous-jacente, on mettra avantageusement en œuvre une gravure sélective de l'InP avec une solution comprenant du HCl concentré.

Exemple 5 : Après recyclage, la plaquette donneuse 10 est constituée :

- d'un substrat 1 comprenant de l'AsGa au niveau de son interface avec la structure tampon I ;
- d'une structure tampon I comprenant de l'InGaAs au niveau de son interface avec la couche post-prélèvement 7 ;
- d'une couche post-prélèvement 7 en InP qui constitue le reste d'une surcouche 5 après le prélèvement d'une partie de cette dernière ;
- une couche de protection 3 en $\text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}_y\text{P}_{1-y}$ placée entre la couche post-prélèvement 7 et la structure tampon I ; ou dans la couche post-prélèvement 7.

Ce type de plaquette donneuse 10 (sans la couche de protection 3) a déjà été décrite dans l'exemple 4.

Dans un premier cas de figure, la gravure chimique sélective de la couche post-prélèvement 7 avec une solution de gravure sélective, telle une solution comprenant du HF, permet de retirer sensiblement toute la couche post-prélèvement 7 restante, la couche de protection 3 se comportant ici comme une couche d'arrêt à la gravure.

5 Dans un deuxième cas de figure, après enlèvement de la partie de la couche post-prélèvement 7 sus-jacente à la couche de protection 3, la gravure chimique sélective de la couche de protection 3 avec une solution de gravure sélective, telle une solution comprenant du $\text{Ce}^{\text{IV}} \text{H}_2\text{SO}_4$, permet de retirer sensiblement toute la couche de protection 3, la couche sous-jacente à la couche de protection 3 se comportant ici
10 comme une couche d'arrêt à la gravure.

Dans un troisième cas de figure, on peut faire se succéder les deux gravures sélectives afin d'enlever au moins une partie de la couche post-prélèvement 7, et d'enlever la couche de protection 3.

La structure tampon I est ainsi conservée et est entièrement recyclée.

15 Exemple 6 : Après recyclage, la plaquette donneuse 10 comprend :

- un substrat 1 comprenant de l'AsGa au niveau de son interface avec la structure tampon I ;
- une structure tampon I comprenant de l'InGaAs ;
- une couche de protection 3 en InP située sur ou dans l'InGaAs.

20 Dans un premier cas de figure, la gravure chimique sélective de l'InGaAs sus-jacent à la couche de protection 3 avec une solution de gravure sélective, telle une solution comprenant du $\text{Ce}^{\text{IV}} \text{H}_2\text{SO}_4$, permet de retirer sensiblement tout ce matériau sus-jacent à la couche de protection 3, la couche de protection 3 se comportant ici comme une couche d'arrêt à la gravure.

25 Dans un deuxième cas de figure, après enlèvement de l'InGaAs sus-jacent à la couche de protection 3, la gravure chimique sélective de la couche de protection 3 avec une solution de gravure sélective, telle une solution comprenant du HF, permet de retirer sensiblement toute la couche de protection 3, l'InGaAs sous-jacent à la couche de protection 3 se comportant ici comme une couche d'arrêt à la gravure.

Dans un troisième cas de figure, on peut faire se succéder les deux gravures sélectives afin d'enlever une partie de l'InGaAs et d'enlever la couche de protection 3.

5 Dans les couches de semiconducteur présentées dans ce document, d'autres constituants peuvent y être ajoutés, tel que du carbone avec une concentration de carbone dans la couche considérée sensiblement inférieure ou égale à 50 % ou plus particulièrement avec une concentration inférieure ou égale à 5 %.

Enfin, la présente invention ne se limite pas à une structure tampon I, une couche intermédiaire 8 ou une surcouche 5 en matériaux présentés dans les exemples ci-
10 dessus, mais s'étend aussi à d'autres types d'alliages de type IV-IV, III-V, II-VI.

Il est à préciser que ces alliages peuvent être binaires, ternaires, quaternaires ou de degré supérieur.

La présente invention ne se limite pas non plus à une couche tampon 2 ou structure tampon I recyclable et ayant comme fonction première une adaptation de
15 paramètre de maille entre deux structures adjacentes à paramètres de maille respectifs différents, mais concerne aussi toute couche tampon 2 ou structure tampon I telle que définie de façon la plus générale dans le présent document et recyclable selon l'invention.

Les structures obtenues au final après prélèvement ne se limitent pas non plus à
20 des structures SGOI, SOI, Si/SGOI, ou à des structures pour transistors HEMT et HBT.

REVENDICATIONS

- 5 1. Procédé de recyclage d'une plaquette donneuse (10) après prélèvement d'au moins une couche utile, la plaquette donneuse (10) comprenant successivement un substrat (1), une structure tampon (I) et, avant prélèvement, une couche utile, le procédé comprenant un enlèvement de matière concernant une partie de la plaquette donneuse (10) du côté où a eu lieu le prélèvement, caractérisé en ce que, après l'enlèvement de matière, il reste
- 10 au moins une partie de la structure tampon (I) apte à être réutilisée comme au moins une partie d'une structure tampon (I) au cours d'un prélèvement ultérieur d'une couche utile.
2. Procédé de recyclage selon la revendication précédente, caractérisé en ce que la
- 15 structure tampon (I) avant prélèvement comprend une couche tampon (2) et une couche additionnelle (4), la couche additionnelle (4) ayant :
- une épaisseur suffisamment importante pour confiner des défauts ; et/ou
 - un paramètre de maille en surface sensiblement différent de celui du substrat (1).
- 20
3. Procédé de recyclage selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que l'enlèvement de matière comprend l'enlèvement d'une partie de la structure tampon (I) restante après le prélèvement.
- 25 4. Procédé de recyclage selon les revendications 2 et 3, caractérisé en ce que l'enlèvement de matière comprend l'enlèvement d'au moins une partie de la couche additionnelle (4) restante après le prélèvement.

REVENDEICATIONS

- 5 1. Procédé de recyclage d'une plaquette donneuse (10) après prélèvement d'au moins une couche utile comprenant un matériau semiconducteur, la plaquette donneuse (10) comprenant successivement un substrat (1), une structure tampon (I) et, avant
prélèvement, une couche utile, le procédé comprenant un enlèvement de matière concernant une partie de la plaquette donneuse (10) du côté où a eu lieu le prélèvement,
10 caractérisé en ce que, après l'enlèvement de matière, il reste au moins une partie de la structure tampon (I) apte à être réutilisée comme au moins une partie d'une structure tampon (I) au cours d'un prélèvement ultérieur d'une couche utile.
2. Procédé de recyclage selon la revendication précédente, caractérisé en ce que la
15 structure tampon (I) avant prélèvement comprend une couche tampon (2) et une couche additionnelle (4), la couche additionnelle (4) ayant :
- une épaisseur suffisamment importante pour confiner des défauts ; et/ou
 - un paramètre de maille en surface sensiblement différent de celui du substrat (1).
- 20 3. Procédé de recyclage selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que l'enlèvement de matière comprend l'enlèvement d'une partie de la structure tampon (I) restante après le prélèvement.
- 25 4. Procédé de recyclage selon les revendications 2 et 3, caractérisé en ce que l'enlèvement de matière comprend l'enlèvement d'au moins une partie de la couche additionnelle (4) restante après le prélèvement.

REVENDICATIONS

- 5 1. Procédé de recyclage d'une plaquette donneuse (10) après prélèvement d'au moins une couche utile comprenant un matériau semiconducteur, la plaquette donneuse (10) comprenant successivement un substrat (1), une structure tampon (I) et, avant prélèvement, une couche utile, le procédé comprenant un enlèvement de matière concernant une partie de la plaquette donneuse (10) du côté où a eu lieu le prélèvement, caractérisé en ce que, après l'enlèvement de matière, il reste au moins une partie de la structure tampon (I) apte à être réutilisée comme au moins une partie d'une structure tampon (I) au cours d'un prélèvement ultérieur d'une couche utile.
- 10 2. Procédé de recyclage selon la revendication précédente, caractérisé en ce que la structure tampon (I) avant prélèvement comprend une couche tampon (2) et une couche additionnelle (4), la couche additionnelle (4) ayant :
- une épaisseur suffisamment importante pour confiner des défauts ; et/ou
 - un paramètre de maille en surface sensiblement différent de celui du substrat (1).
- 20 3. Procédé de recyclage selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que l'enlèvement de matière comprend l'enlèvement d'une partie de la structure tampon (I) restante après le prélèvement.
- 25 4. Procédé de recyclage selon les revendications 2 et 3, caractérisé en ce que l'enlèvement de matière comprend l'enlèvement d'au moins une partie de la couche additionnelle (4) restante après le prélèvement.

5. Procédé de recyclage selon les revendications 2 à 4, caractérisé en ce que l'enlèvement de matière comprend l'enlèvement d'une partie de la couche tampon (2).
6. Procédé de recyclage selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il comprend en outre, après l'enlèvement de matière, une formation d'au moins une couche sur la plaquette donneuse (10) de sorte à former une nouvelle partie de la structure tampon (I) au-dessus de la partie de la structure tampon restante (I').
7. Procédé de recyclage selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que la plaquette donneuse (10) avant prélèvement comprend une surcouche (5) qui comprend la couche utile à prélever, et en ce que l'enlèvement de matière comprend l'enlèvement de la surcouche (5) restante.
8. Procédé de recyclage selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il comprend en outre, après l'enlèvement de matière, une formation d'une surcouche (5) sur la plaquette donneuse (10) de sorte à former au moins une nouvelle couche utile à prélever.
9. Procédé de recyclage selon la revendication précédente, caractérisé en ce qu'il comprend en outre, après l'enlèvement de matière et avant la formation de la surcouche (5), une formation d'une couche intermédiaire (8) sur la plaquette donneuse (10) s'il n'en existe pas déjà une, la couche intermédiaire (8) étant ainsi située entre la structure tampon (I) et la surcouche (5) une fois cette dernière formée.
10. Procédé de recyclage selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que l'enlèvement de matière comprend une gravure chimique.
11. Procédé de recyclage selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que l'enlèvement de matière comprend une gravure chimique sélective.

5. Procédé de recyclage selon les revendications 2 à 4, caractérisé en ce que l'enlèvement de matière comprend l'enlèvement d'une partie de la couche tampon (2).
6. Procédé de recyclage selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il comprend en outre, après l'enlèvement de matière, une formation d'au moins une couche sur la plaquette donneuse (10) de sorte à former une nouvelle partie de la structure tampon (I) au-dessus de la partie de la structure tampon restante (I').
7. Procédé de recyclage selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que la plaquette donneuse (10) avant prélèvement comprend une surcouche (5) qui comprend la couche utile à prélever, et en ce que l'enlèvement de matière comprend l'enlèvement de la surcouche (5) restante.
8. Procédé de recyclage selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il comprend en outre, après l'enlèvement de matière, une formation d'une surcouche (5) sur la plaquette donneuse (10) de sorte à former au moins une nouvelle couche utile à prélever.
9. Procédé de recyclage selon la revendication précédente, caractérisé en ce qu'il comprend en outre, après l'enlèvement de matière et avant la formation de la surcouche (5), une formation d'une couche intermédiaire (8) sur la plaquette donneuse (10) s'il n'en existe pas déjà une, la couche intermédiaire (8) étant ainsi située entre la structure tampon (I) et la surcouche (5) une fois cette dernière formée.
10. Procédé de recyclage selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que l'enlèvement de matière comprend une gravure chimique.
11. Procédé de recyclage selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que l'enlèvement de matière comprend une gravure chimique sélective.

5. Procédé de recyclage selon les revendications 2 à 4, caractérisé en ce que l'enlèvement de matière comprend l'enlèvement d'une partie de la couche tampon (2).
6. Procédé de recyclage selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il comprend en outre, après l'enlèvement de matière, une formation d'au moins une couche sur la plaquette donneuse (10) de sorte à former une nouvelle partie de la structure tampon (I) au-dessus de la partie de la structure tampon restante (1').
7. Procédé de recyclage selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que la plaquette donneuse (10) avant prélèvement comprend une surcouche (5) qui comprend la couche utile à prélever, et en ce que l'enlèvement de matière comprend l'enlèvement de la surcouche (5) restante.
8. Procédé de recyclage selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il comprend en outre, après l'enlèvement de matière, une formation d'une surcouche (5) sur la plaquette donneuse (10) de sorte à former au moins une nouvelle couche utile à prélever.
9. Procédé de recyclage selon la revendication précédente, caractérisé en ce qu'il comprend en outre, après l'enlèvement de matière et avant la formation de la surcouche (5), une formation d'une couche intermédiaire (8) sur la plaquette donneuse (10) s'il n'en existe pas déjà une, la couche intermédiaire (8) étant ainsi située entre la structure tampon (I) et la surcouche (5) une fois cette dernière formée.
10. Procédé de recyclage selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que l'enlèvement de matière comprend une gravure chimique.
11. Procédé de recyclage selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que l'enlèvement de matière comprend une gravure chimique sélective.

12. Procédé de recyclage selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que l'enlèvement de matière comprend une gravure chimique sélective d'un premier matériau à enlever lors de l'enlèvement de matière vis à vis d'un deuxième matériau à conserver après l'enlèvement de matière, les deux matériaux étant choisis de sorte qu'il existe au moins un fluide de gravure ayant un pouvoir de gravure du premier matériau sensiblement plus important que celui du deuxième matériau, la couche contenant le deuxième matériau formant une couche d'arrêt à la gravure de la couche contenant le premier matériau.

13. Procédé de recyclage selon la revendication précédente, caractérisé en ce que le premier matériau est compris dans au moins une partie de la couche additionnelle (4) et le deuxième matériau est compris dans au moins une partie de la couche tampon (2), ces deux matériaux étant situés aux voisinages respectifs de l'interface de ces deux couches.

14. Procédé de recyclage selon les revendications 7 et 12, caractérisé en ce que le premier matériau est compris dans au moins une partie de la surcouche (5) restante et le deuxième matériau est compris dans au moins une partie de la couche additionnelle (4), ces deux matériaux étant situés aux voisinages respectifs de l'interface de ces deux couches.

15. Procédé de recyclage selon les revendications 7 et 12, caractérisé en ce que la plaquette donneuse (10) comprend en outre une couche intermédiaire (8) entre la structure tampon (1) et la surcouche (5) restante, et en ce que le premier matériau est compris dans au moins une partie de la surcouche (5) restante et le deuxième matériau est compris dans au moins une partie de la couche intermédiaire (8), ces deux matériaux étant situés aux voisinages respectifs de l'interface de ces deux couches.

16. Procédé de recyclage selon l'une des quatre revendications précédentes, caractérisé en ce que la sélectivité de gravure entre les deux matériaux est obtenue par le fait que :

- les deux matériaux sont différents ; ou

12. Procédé de recyclage selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que l'enlèvement de matière comprend une gravure chimique sélective d'un premier matériau à enlever lors de l'enlèvement de matière vis à vis d'un deuxième matériau à conserver après l'enlèvement de matière, les deux matériaux étant choisis de sorte qu'il existe au moins un fluide de gravure ayant un pouvoir de gravure du premier matériau sensiblement plus important que celui du deuxième matériau, la couche contenant le deuxième matériau formant une couche d'arrêt à la gravure de la couche contenant le premier matériau.

10 13. Procédé de recyclage selon la revendication précédente, caractérisé en ce que le premier matériau est compris dans au moins une partie de la couche additionnelle (4) et le deuxième matériau est compris dans au moins une partie de la couche tampon (2), ces deux matériaux étant situés aux voisinages respectifs de l'interface de ces deux couches.

15 14. Procédé de recyclage selon les revendications 7 et 12, caractérisé en ce que le premier matériau est compris dans au moins une partie de la surcouche (5) restante et le deuxième matériau est compris dans au moins une partie de la couche additionnelle (4), ces deux matériaux étant situés aux voisinages respectifs de l'interface de ces deux couches.

20

15. Procédé de recyclage selon les revendications 7 et 12, caractérisé en ce que la plaquette donneuse (10) comprend en outre une couche intermédiaire (8) entre la structure tampon (I) et la surcouche (5) restante, et en ce que le premier matériau est compris dans au moins une partie de la surcouche (5) restante et le deuxième matériau est compris dans au moins une partie de la couche intermédiaire (8), ces deux matériaux étant situés aux voisinages respectifs de l'interface de ces deux couches.

25

16. Procédé de recyclage selon l'une des quatre revendications précédentes, caractérisé en ce que la sélectivité de gravure entre les deux matériaux est obtenue par le fait que :

30 – les deux matériaux sont différents ; ou

12. Procédé de recyclage selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que l'enlèvement de matière comprend une gravure chimique sélective d'un premier matériau à enlever lors de l'enlèvement de matière vis à vis d'un deuxième matériau à conserver après l'enlèvement de matière, les deux matériaux étant choisis de sorte qu'il existe au moins un fluide de gravure ayant un pouvoir de gravure du premier matériau sensiblement plus important que celui du deuxième matériau, la couche contenant le deuxième matériau formant une couche d'arrêt à la gravure de la couche contenant le premier matériau.
13. Procédé de recyclage selon la revendication précédente, caractérisé en ce que le premier matériau est compris dans au moins une partie de la couche additionnelle (4) et le deuxième matériau est compris dans au moins une partie de la couche tampon (2), ces deux matériaux étant situés aux voisinages respectifs de l'interface de ces deux couches.
14. Procédé de recyclage selon les revendications 7 et 12, caractérisé en ce que le premier matériau est compris dans au moins une partie de la surcouche (5) restante et le deuxième matériau est compris dans au moins une partie de la couche additionnelle (4), ces deux matériaux étant situés aux voisinages respectifs de l'interface de ces deux couches.
15. Procédé de recyclage selon les revendications 7 et 12, caractérisé en ce que la plaquette donneuse (10) comprend en outre une couche intermédiaire (8) entre la structure tampon (I) et la surcouche (5) restante, et en ce que le premier matériau est compris dans au moins une partie de la surcouche (5) restante et le deuxième matériau est compris dans au moins une partie de la couche intermédiaire (8), ces deux matériaux étant situés aux voisinages respectifs de l'interface de ces deux couches.
16. Procédé de recyclage selon l'une des quatre revendications précédentes, caractérisé en ce que la sélectivité de gravure entre les deux matériaux est obtenue par le fait que :
- les deux matériaux sont différents ; ou

- les deux matériaux contiennent des éléments atomiques sensiblement identiques, à l'exception d'au moins un élément atomique ; ou
- les deux matériaux sont sensiblement identiques, mais au moins un élément atomique dans un matériau a une concentration atomique sensiblement différente de celle du même élément atomique dans l'autre matériau ; ou
- les deux matériaux ont des densités de porosités différentes.

17. Procédé de recyclage selon la revendication précédente, caractérisé en ce que la sélectivité de la sélectivité de gravure entre les deux matériaux est obtenue par le fait qu'ils contiennent des éléments atomiques sensiblement identiques à l'exception d'au moins un élément atomique supplémentaire situé dans un des deux matériaux, et en ce que l'élément atomique supplémentaire est un élément de dopage.

18. Procédé de recyclage selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que la structure tampon I a une composition qui comprend un alliage atomique appartenant à une des familles d'alliages atomiques suivantes :

- famille IV-IV ;
- famille III-V ;
- famille II-VI ;

cet alliage étant de type binaire, ternaire, quaternaire ou de degré supérieur.

19. Procédé de recyclage selon la revendication précédente, caractérisé en ce que la plaquette donneuse (10) comprend :

- dans une première configuration :
 - ✓ un substrat (1) constitué de Si ;
 - ✓ une structure tampon (I) comprenant une couche tampon (2) en SiGe avec une concentration de Ge croissant en épaisseur et une couche (4) en SiGe relaxé par la couche tampon (2) ; ou

- les deux matériaux contiennent des éléments atomiques sensiblement identiques, à l'exception d'au moins un élément atomique ; ou
- les deux matériaux sont sensiblement identiques, mais au moins un élément atomique dans un matériau a une concentration atomique sensiblement différente de celle du même élément atomique dans l'autre matériau ; ou
- les deux matériaux ont des densités de porosités différentes.

17. Procédé de recyclage selon la revendication précédente, caractérisé en ce que la sélectivité de la sélectivité de gravure entre les deux matériaux est obtenue par le fait qu'ils contiennent des éléments atomiques sensiblement identiques à l'exception d'au moins un élément atomique supplémentaire situé dans un des deux matériaux, et en ce que l'élément atomique supplémentaire est un élément de dopage.

18. Procédé de recyclage selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que la structure tampon I a une composition qui comprend un alliage atomique appartenant à une des familles d'alliages atomiques suivantes :

- famille IV-IV ;
- famille III-V ;
- famille II-VI ;

cet alliage étant de type binaire, ternaire, quaternaire ou de degré supérieur.

19. Procédé de recyclage selon la revendication précédente, caractérisé en ce que la plaquette donneuse (10) comprend :

- dans une première configuration :
 - ✓ un substrat (1) constitué de Si ;
 - ✓ une structure tampon (I) comprenant une couche tampon (2) en SiGe avec une concentration de Ge croissant en épaisseur et une couche (4) en SiGe relaxé par la couche tampon (2) ; ou

- les deux matériaux contiennent des éléments atomiques sensiblement identiques, à l'exception d'au moins un élément atomique ; ou
- les deux matériaux sont sensiblement identiques, mais au moins un élément atomique dans un matériau a une concentration atomique sensiblement différente de celle du même élément atomique dans l'autre matériau ; ou
- les deux matériaux ont des densités de porosités différentes.

17. Procédé de recyclage selon la revendication précédente, caractérisé en ce que la sélectivité de gravure entre les deux matériaux est obtenue par le fait qu'ils contiennent des éléments atomiques sensiblement identiques à l'exception d'au moins un élément atomique supplémentaire situé dans un des deux matériaux, et en ce que l'élément atomique supplémentaire est un élément de dopage.

18. Procédé de recyclage selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que la structure tampon I a une composition qui comprend un alliage atomique appartenant à une des familles d'alliages atomiques suivantes :

- famille IV-IV ;
- famille III-V ;
- famille II-VI ;

cet alliage étant de type binaire, ternaire, quaternaire ou de degré supérieur.

19. Procédé de recyclage selon la revendication précédente, caractérisé en ce que la plaquette donneuse (10) comprend :

- dans une première configuration :
 - ✓ un substrat (1) constitué de Si ;
 - ✓ une structure tampon (I) comprenant une couche tampon (2) en SiGe avec une concentration de Ge croissant en épaisseur et une couche (4) en SiGe relaxé par la couche tampon (2) ; ou

- dans une deuxième configuration : les mêmes couches et les mêmes matériaux que ceux de la première configuration, avec la couche tampon (2) ayant une concentration de Ge croissant en épaisseur entre environ 0 % et environ 100 % et avec la couche (4) en SiGe relaxé par la couche tampon (2) ayant une concentration en Si sensiblement nulle ; ou
- dans une troisième configuration :
 - ✓ un substrat (1) comprenant de l'AsGa au niveau de son interface avec la structure tampon (I) ;
 - ✓ une structure tampon (I) comprenant une couche tampon (2) comprenant un alliage atomique appartenant à la famille III-V de type ternaire ou de degré supérieur, dont la composition est respectivement choisie parmi les combinaisons possibles (Al,Ga,In)-(N,P,As), et au moins deux éléments choisis parmi la famille III ou au moins deux éléments choisis parmi famille V, ces deux éléments ayant une concentration évoluant graduellement dans l'épaisseur de la couche tampon (2) ; ou
- dans une quatrième configuration : les mêmes couches et les mêmes matériaux que ceux de la deuxième configuration, avec une structure tampon (I) ayant en outre, au voisinage de la face opposée à son interface avec le substrat (1), un paramètre de maille voisin de celui de l'InP.

20. Procédé de recyclage selon la revendication précédente combinée avec l'une des revendications 7, 8, 9, 14 ou 15, caractérisé en ce que la surcouche (5) comprend :

- dans la première configuration, du SiGe et/ou du Si contraint ;
- dans la deuxième configuration, de l'AsGa et/ou du Ge ;
- dans la troisième configuration, un alliage appartenant à la famille III-V ;
- dans la quatrième configuration, de l'InP.

21. Procédé de recyclage selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'une couche de protection (3) est présente dans la partie de la plaquette donneuse (10)

- dans une deuxième configuration : les mêmes couches et les mêmes matériaux que ceux de la première configuration, avec la couche tampon (2) ayant une concentration de Ge croissant en épaisseur entre environ 0 % et environ 100 % et avec la couche (4) en SiGe relaxé par la couche tampon (2) ayant une concentration en Si sensiblement nulle ; ou
- dans une troisième configuration :
 - ✓ un substrat (1) comprenant de l'AsGa au niveau de son interface avec la structure tampon (I) ;
 - ✓ une structure tampon (I) comprenant une couche tampon (2) comprenant un alliage atomique appartenant à la famille III-V de type ternaire ou de degré supérieur, dont la composition est respectivement choisie parmi les combinaisons possibles (Al,Ga,In)-(N,P,As), et au moins deux éléments choisis parmi la famille III ou au moins deux éléments choisis parmi la famille V, ces deux éléments ayant une concentration évoluant graduellement dans l'épaisseur de la couche tampon (2) ; ou
- dans une quatrième configuration : les mêmes couches et les mêmes matériaux que ceux de la troisième configuration, avec une structure tampon (I) ayant en outre, au voisinage de la face opposée à son interface avec le substrat (1), un paramètre de maille voisin de celui de l'InP.

20. Procédé de recyclage selon la revendication précédente combinée avec l'une des revendications 7, 8, 9, 14 ou 15, caractérisé en ce que la surcouche (5) comprend :

- dans la première configuration, du SiGe et/ou du Si contraint ;
- dans la deuxième configuration, de l'AsGa et/ou du Ge ;
- dans la troisième configuration, un alliage appartenant à la famille III-V ;
- dans la quatrième configuration, de l'InP.

21. Procédé de recyclage selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'une couche de protection (3) est présente dans la partie de la plaquette donneuse (10)

- dans une deuxième configuration : les mêmes couches et les mêmes matériaux que ceux de la première configuration, avec la couche tampon (2) ayant une concentration de Ge croissant en épaisseur entre environ 0 % et environ 100 % et avec la couche (4) en SiGe relaxé par la couche tampon (2) ayant une concentration en Si sensiblement nulle ; ou
 - dans une troisième configuration :
 - ✓ un substrat (1) comprenant de l'AsGa au niveau de son interface avec la structure tampon (I) ;
 - ✓ une structure tampon (I) comprenant une couche tampon (2) comprenant un alliage atomique appartenant à la famille III-V de type ternaire ou de degré supérieur, dont la composition est respectivement choisie parmi les combinaisons possibles (Al,Ga,In)-(N,P,As), et au moins deux éléments choisis parmi la famille III ou au moins deux éléments choisis parmi la famille V, ces deux éléments ayant une concentration évoluant graduellement dans l'épaisseur de la couche tampon (2) ; ou
 - dans une quatrième configuration : les mêmes couches et les mêmes matériaux que ceux de la troisième configuration, avec une structure tampon (I) ayant en outre, au voisinage de la face opposée à son interface avec le substrat (1), un paramètre de maille voisin de celui de l'InP.
- 20. Procédé de recyclage selon la revendication précédente combinée avec l'une des revendications 7, 8, 9, 14 ou 15, caractérisé en ce que la surcouche (5) comprend :**
- dans la première configuration, du SiGe et/ou du Si contraint ;
 - dans la deuxième configuration, de l'AsGa et/ou du Ge ;
 - dans la troisième configuration, un alliage appartenant à la famille III-V ;
 - dans la quatrième configuration, de l'InP.

21. Procédé de recyclage selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'une couche de protection (3) est présente dans la partie de la plaquette donneuse (10)

située du côté de la structure tampon (1) par rapport à l'interface de cette dernière avec le substrat (1) ; le matériau de la couche de protection (3) étant choisi parmi les matériaux cristallins de sorte qu'il existe au moins un moyen mettant en œuvre un enlèvement de matière ayant un pouvoir d'attaque du matériau de la couche de protection (3) sensiblement différent du matériau d'au moins une des deux zones adjacentes à la couche de protection (3) et étant ainsi apte à mettre en œuvre un enlèvement de matière sélectif, la partie de la plaquette donneuse (10) qui lui est sous-jacente et comprenant au moins une partie de la structure tampon (1).

10 22. Procédé de recyclage selon la revendication précédente, caractérisé en un enlèvement de matière sélectif du matériau de la zone adjacente à la couche de protection (3) et située du côté de la couche utile prélevée par rapport à la couche de protection (3), la couche de protection (3) formant une couche d'arrêt à l'enlèvement de matière.

15 23. Procédé de recyclage selon l'une des deux revendications précédentes, caractérisé en un enlèvement de matière sélectif du matériau de la couche de protection (3), la zone adjacente à la couche de protection (3) et située du côté du substrat (1) par rapport à la couche de protection (3) formant une couche d'arrêt à l'enlèvement de matière.

20 24. Procédé de recyclage selon l'une des trois revendications précédentes, caractérisé en ce que la couche de protection (3) est dans la structure tampon (1).

25 25. Procédé de recyclage selon les revendications 2 et 24, caractérisé en ce que la couche de protection (3) est dans la couche tampon (2).

26. Procédé de recyclage selon les revendications 2 et 24, caractérisé en ce que la couche de protection (3) est entre la couche tampon (2) et la couche additionnelle (4).

située du côté de la structure tampon (I) par rapport à l'interface de cette dernière avec le substrat (1); le matériau de la couche de protection (3) étant choisi parmi les matériaux cristallins de sorte qu'il existe au moins un moyen mettant en œuvre un enlèvement de matière ayant un pouvoir d'attaque du matériau de la couche de protection (3) sensiblement différent du matériau d'au moins une des deux zones adjacentes à la couche de protection (3) et étant ainsi apte à mettre en œuvre un enlèvement de matière sélectif, la partie de la plaquette donneuse (10) qui lui est sous-jacente et comprenant au moins une partie de la structure tampon (I).

10 **22.** Procédé de recyclage selon la revendication précédente, caractérisé en ce qu'il met en œuvre un enlèvement de matière sélectif du matériau de la zone adjacente à la couche de protection (3) et située du côté de la couche utile prélevée par rapport à la couche de protection (3), la couche de protection (3) formant une couche d'arrêt à l'enlèvement de matière.

15 **23.** Procédé de recyclage selon l'une des deux revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il met en œuvre un enlèvement de matière sélectif du matériau de la couche de protection (3), la zone adjacente à la couche de protection (3) et située du côté du substrat (1) par rapport à la couche de protection (3) formant une couche d'arrêt à l'enlèvement de matière.

24. Procédé de recyclage selon l'une des trois revendications précédentes, caractérisé en ce que la couche de protection (3) est dans la structure tampon (I).

25 **25.** Procédé de recyclage selon les revendications 2 et 24, caractérisé en ce que la couche de protection (3) est dans la couche tampon (2).

26. Procédé de recyclage selon les revendications 2 et 24, caractérisé en ce que la couche de protection (3) est entre la couche tampon (2) et la couche additionnelle (4).

- située du côté de la structure tampon (I) par rapport à l'interface de cette dernière avec le substrat (1) ; le matériau de la couche de protection (3) étant choisi parmi les matériaux cristallins de sorte qu'il existe au moins un moyen mettant en œuvre un enlèvement de matière ayant un pouvoir d'attaque du matériau de la couche de protection (3) sensiblement différent du matériau d'au moins une des deux zones adjacentes à la couche de protection (3) et étant ainsi apte à mettre en œuvre un enlèvement de matière sélectif, la partie de la plaquette donneuse (10) qui lui est sous-jacente et comprenant au moins une partie de la structure tampon (I).
- 10 22. Procédé de recyclage selon la revendication précédente, caractérisé en ce qu'il met en œuvre un enlèvement de matière sélectif du matériau de la zone adjacente à la couche de protection (3) et située du côté de la couche utile prélevée par rapport à la couche de protection (3), la couche de protection (3) formant une couche d'arrêt à l'enlèvement de matière.
- 15 23. Procédé de recyclage selon l'une des deux revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il met en œuvre un enlèvement de matière sélectif du matériau de la couche de protection (3), la zone adjacente à la couche de protection (3) et située du côté du substrat (1) par rapport à la couche de protection (3) formant une couche d'arrêt à l'enlèvement de matière.
- 20 24. Procédé de recyclage selon l'une des trois revendications précédentes, caractérisé en ce que la couche de protection (3) est dans la structure tampon (I).
- 25 25. Procédé de recyclage selon les revendications 2 et 24, caractérisé en ce que la couche de protection (3) est dans la couche tampon (2).
26. Procédé de recyclage selon les revendications 2 et 24, caractérisé en ce que la couche de protection (3) est entre la couche tampon (2) et la couche additionnelle (4).
- 30

27. Procédé de recyclage selon les revendications 2 et 24, caractérisé en ce que la couche de protection (3) est dans la couche additionnelle (4).

28. Procédé de recyclage selon l'une des revendications 21 à 23, caractérisé en ce que la
5 couche de protection (3) est adjacente à et au-dessus de la structure tampon (I).

29. Procédé de recyclage selon l'une des revendications 21 à 23, caractérisé en ce que la
plaquette donneuse (10) comprend en outre une couche intermédiaire (8), non prélevée,
entre la structure tampon (I) et la couche de protection (3).

10

30. Procédé de recyclage selon la revendication 19 ou 20 combinée avec la
revendication 9, 15 ou 29, caractérisé en ce que la couche intermédiaire (8) comprend :

- dans la première configuration de la plaquette donneuse (10), du SiGe et/ou du
Si contraint ;
- 15 – dans la deuxième configuration de la plaquette donneuse (10), de l'AsGa et/ou
du Ge ;
- dans la troisième configuration de la plaquette donneuse (10), un alliage
appartenant à la famille III-V ;
- 20 – dans la quatrième configuration de la plaquette donneuse (10), de l'InP et/ou un
matériau III-V de paramètre de maille sensiblement identique à celui de l'InP.

31. Procédé de recyclage selon l'une des revendications 21 à 30, caractérisé en ce que
l'enlèvement de matière comprend l'enlèvement de la couche de protection (3) de la
plaquette donneuse (10).

25

32. Procédé de recyclage selon la revendication précédente, caractérisé en ce qu'il
comprend en outre, après l'enlèvement de matière, une formation d'une nouvelle
couche de protection (3) dans la plaquette donneuse (10).

27. Procédé de recyclage selon les revendications 2 et 24, caractérisé en ce que la couche de protection (3) est dans la couche additionnelle (4).

28. Procédé de recyclage selon l'une des revendications 21 à 23, caractérisé en ce que la
5 couche de protection (3) est adjacente à et au-dessus de la structure tampon (I).

29. Procédé de recyclage selon l'une des revendications 21 à 23, caractérisé en ce que la plaquette donneuse (10) comprend en outre une couche intermédiaire (8), non prélevée, entre la structure tampon (I) et la couche de protection (3).

10

30. Procédé de recyclage selon la revendication 19 ou 20 combinée avec la revendication 9, 15 ou 29, caractérisé en ce que la couche intermédiaire (8) comprend :

- dans la première configuration de la plaquette donneuse (10), du SiGe et/ou du Si contraint ;
- 15 – dans la deuxième configuration de la plaquette donneuse (10), de l'AsGa et/ou du Ge ;
- dans la troisième configuration de la plaquette donneuse (10), un alliage appartenant à la famille III-V ;
- 20 – dans la quatrième configuration de la plaquette donneuse (10), de l'InP et/ou un matériau III-V de paramètre de maille sensiblement identique à celui de l'InP.

31. Procédé de recyclage selon l'une des revendications 21 à 30, caractérisé en ce que l'enlèvement de matière comprend l'enlèvement de la couche de protection (3) de la plaquette donneuse (10).

25

32. Procédé de recyclage selon la revendication précédente, caractérisé en ce qu'il comprend en outre, après l'enlèvement de matière, une formation d'une nouvelle couche de protection (3) dans la plaquette donneuse (10).

27. Procédé de recyclage selon les revendications 2 et 24, caractérisé en ce que la couche de protection (3) est dans la couche additionnelle (4).

5 28. Procédé de recyclage selon l'une des revendications 21 à 23, caractérisé en ce que la couche de protection (3) est adjacente à et au-dessus de la structure tampon (I).

29. Procédé de recyclage selon l'une des revendications 21 à 23, caractérisé en ce que la plaquette donneuse (10) comprend en outre une couche intermédiaire (8), non prélevée, entre la structure tampon (I) et la couche de protection (3).

10

30. Procédé de recyclage selon la revendication 19 ou 20 combinée avec la revendication 9, 15 ou 29, caractérisé en ce que la couche intermédiaire (8) comprend :

– dans la première configuration de la plaquette donneuse (10), du SiGe et/ou du Si contraint ;

15 – dans la deuxième configuration de la plaquette donneuse (10), de l'AsGa et/ou du Ge ;

– dans la troisième configuration de la plaquette donneuse (10), un alliage appartenant à la famille III-V ;

20 – dans la quatrième configuration de la plaquette donneuse (10), de l'InP et/ou un matériau III-V de paramètre de maille sensiblement identique à celui de l'InP.

31. Procédé de recyclage selon l'une des revendications 21 à 30, caractérisé en ce que l'enlèvement de matière comprend l'enlèvement de la couche de protection (3) de la plaquette donneuse (10).

25

32. Procédé de recyclage selon la revendication précédente, caractérisé en ce qu'il comprend en outre, après l'enlèvement de matière, une formation d'une nouvelle couche de protection (3) dans la plaquette donneuse (10).



33. Procédé de recyclage selon l'une des revendications 21 à 32, caractérisé en ce que le paramètre de maille nominal du matériau de la couche de protection (3) est sensiblement différent du paramètre de maille des zones adjacentes à la couche de protection (3), et en ce que la couche de protection (3) a une épaisseur suffisamment faible pour être contrainte d'avoir un paramètre de maille voisin du paramètre de maille des zones adjacentes, de sorte que la couche de protection (3) ne perturbe sensiblement pas la structure cristallographique de ces zones adjacentes.

34. Procédé de recyclage selon l'une des revendications précédentes combinée avec l'une des revendication 21 à 33, caractérisé en ce que l'enlèvement de matière sélectif au niveau ou au voisinage de la couche de protection (3) comprend une attaque mécanique sélective ; le matériau de la couche de protection (3) étant choisi parmi les matériaux semiconducteurs de sorte qu'il existe au moins un moyen mécanique ayant un pouvoir d'attaque du matériau de la couche de protection (3) sensiblement différent du matériau d'au moins une des deux zones adjacentes à la couche de protection (3) et étant ainsi apte à mettre en œuvre une attaque mécanique sélective, la couche de protection (3) protégeant ainsi de l'attaque mécanique sélective au moins une partie de la structure tampon (1).

35. Procédé de recyclage selon la revendication précédente, caractérisé en ce que l'attaque mécanique sélective est mise en œuvre par un polissage, éventuellement combiné avec une action d'un abrasif et/ou d'une gravure chimique.

36. Procédé de recyclage selon l'une des revendications précédentes combinée avec l'une des revendications 21 à 35, caractérisé en ce que l'enlèvement de matière sélectif au niveau ou au voisinage de la couche de protection (3) comprend une gravure chimique sélective ; le matériau de la couche de protection (3) étant choisi parmi les matériaux semiconducteurs de sorte qu'il existe au moins un fluide de gravure ayant un pouvoir de gravure du matériau de la couche de protection (3) sensiblement différent du matériau d'au moins une des deux zones adjacentes à la couche de protection (3) et

33. Procédé de recyclage selon l'une des revendications 21 à 32, caractérisé en ce que le paramètre de maille nominal du matériau de la couche de protection (3) est sensiblement différent du paramètre de maille des zones adjacentes à la couche de protection (3), et en ce que la couche de protection (3) a une épaisseur suffisamment faible pour être contrainte d'avoir un paramètre de maille voisin du paramètre de maille des zones adjacentes, de sorte que la couche de protection (3) ne perturbe sensiblement pas la structure cristallographique de ces zones adjacentes.

34. Procédé de recyclage selon l'une des revendications précédentes combinée avec l'une des revendication 21 à 33, caractérisé en ce que l'enlèvement de matière sélectif au niveau ou au voisinage de la couche de protection (3) comprend une attaque mécanique sélective ; le matériau de la couche de protection (3) étant choisi parmi les matériaux semiconducteurs de sorte qu'il existe au moins un moyen mécanique ayant un pouvoir d'attaque du matériau de la couche de protection (3) sensiblement différent du matériau d'au moins une des deux zones adjacentes à la couche de protection (3) et étant ainsi apte à mettre en œuvre une attaque mécanique sélective, la couche de protection (3) protégeant ainsi de l'attaque mécanique sélective au moins une partie de la structure tampon (I).

35. Procédé de recyclage selon la revendication précédente, caractérisé en ce que l'attaque mécanique sélective est mise en œuvre par un polissage, éventuellement combiné avec une action d'un abrasif et/ou d'une gravure chimique.

36. Procédé de recyclage selon l'une des revendications précédentes combinée avec l'une des revendications 21 à 35, caractérisé en ce que l'enlèvement de matière sélectif au niveau ou au voisinage de la couche de protection (3) comprend une gravure chimique sélective ; le matériau de la couche de protection (3) étant choisi parmi les matériaux semiconducteurs de sorte qu'il existe au moins un fluide de gravure ayant un pouvoir de gravure du matériau de la couche de protection (3) sensiblement différent du matériau d'au moins une des deux zones adjacentes à la couche de protection (3) et



33. Procédé de recyclage selon l'une des revendications 21 à 32, caractérisé en ce que le paramètre de maille nominal du matériau de la couche de protection (3) est sensiblement différent du paramètre de maille des zones adjacentes à la couche de protection (3), et en ce que la couche de protection (3) a une épaisseur suffisamment faible pour être contrainte d'avoir un paramètre de maille voisin du paramètre de maille des zones adjacentes, de sorte que la couche de protection (3) ne perturbe sensiblement pas la structure cristallographique de ces zones adjacentes.
34. Procédé de recyclage selon l'une des revendications précédentes combinée avec l'une des revendications 21 à 33, caractérisé en ce que l'enlèvement de matière sélectif au niveau ou au voisinage de la couche de protection (3) comprend une attaque mécanique sélective ; le matériau de la couche de protection (3) étant choisi parmi les matériaux semiconducteurs de sorte qu'il existe au moins un moyen mécanique ayant un pouvoir d'attaque du matériau de la couche de protection (3) sensiblement différent du matériau d'au moins une des deux zones adjacentes à la couche de protection (3) et étant ainsi apte à mettre en œuvre une attaque mécanique sélective, la couche de protection (3) protégeant ainsi de l'attaque mécanique sélective au moins une partie de la structure tampon (I).
35. Procédé de recyclage selon la revendication précédente, caractérisé en ce que l'attaque mécanique sélective est mise en œuvre par un polissage, éventuellement combiné avec une action d'un abrasif et/ou d'une gravure chimique.
36. Procédé de recyclage selon l'une des revendications précédentes combinée avec l'une des revendications 21 à 35, caractérisé en ce que l'enlèvement de matière sélectif au niveau ou au voisinage de la couche de protection (3) comprend une gravure chimique sélective ; le matériau de la couche de protection (3) étant choisi parmi les matériaux semiconducteurs de sorte qu'il existe au moins un fluide de gravure ayant un pouvoir de gravure du matériau de la couche de protection (3) sensiblement différent du matériau d'au moins une des deux zones adjacentes à la couche de protection (3) et

étant ainsi apte à mettre en œuvre une gravure sélective, la couche de protection (3) protégeant ainsi de la gravure sélective au moins une partie de la structure tampon (I).

37. Procédé de recyclage selon la revendication précédente, caractérisé en ce que la sélectivité de la gravure entre le matériau de la couche de protection (3) et le matériau d'au moins une des deux zones adjacentes est obtenue par le fait que :

- les deux matériaux sont différents ; ou
- les deux matériaux contiennent des éléments atomiques sensiblement identiques, à l'exception d'au moins un élément atomique ; ou
- les deux matériaux sont sensiblement identiques, mais au moins un élément atomique dans un matériau a une concentration atomique sensiblement différente de celle du même élément atomique dans l'autre matériau ; ou
- les deux matériaux ont des densités de porosités différentes.

38. Procédé de recyclage selon la revendication précédente, caractérisé en ce que la sélectivité de la gravure entre les deux matériaux est obtenue par le fait que les deux matériaux contiennent des éléments atomiques sensiblement identiques à l'exception d'au moins un élément atomique supplémentaire situé dans la couche de protection (3), et en ce que l'élément atomique supplémentaire est un élément de dopage.

39. Procédé de recyclage selon l'une des trois revendications précédentes, caractérisé en ce qu'une attaque mécanique de la couche de protection (3) est mise en œuvre en combinaison avec la gravure chimique sélective, de sorte à mettre en œuvre une planarisation mécano-chimique sélective.

40. Procédé de recyclage selon l'une des quatre revendications précédentes combinée avec l'une des revendications 19, 20 ou 30, caractérisé en ce que la couche de protection (3) est constituée :

- dans la première ou dans la deuxième configuration :

étant ainsi apte à mettre en œuvre une gravure sélective, la couche de protection (3) protégeant ainsi de la gravure sélective au moins une partie de la structure tampon (1).

37. Procédé de recyclage selon la revendication précédente, caractérisé en ce que la sélectivité de la gravure entre le matériau de la couche de protection (3) et le matériau d'au moins une des deux zones adjacentes est obtenue par le fait que :

- les deux matériaux sont différents ; ou
- les deux matériaux contiennent des éléments atomiques sensiblement identiques, à l'exception d'au moins un élément atomique ; ou
- 10 – les deux matériaux sont sensiblement identiques, mais au moins un élément atomique dans un matériau a une concentration atomique sensiblement différente de celle du même élément atomique dans l'autre matériau ; ou
- les deux matériaux ont des densités de porosités différentes.

15 38. Procédé de recyclage selon la revendication précédente, caractérisé en ce que la sélectivité de la gravure entre les deux matériaux est obtenue par le fait que les deux matériaux contiennent des éléments atomiques sensiblement identiques à l'exception d'au moins un élément atomique supplémentaire situé dans la couche de protection (3), et en ce que l'élément atomique supplémentaire est un élément de dopage.

20 39. Procédé de recyclage selon la revendication 37 caractérisé en ce que la sélectivité de gravure entre les deux matériaux est obtenue par le fait qu'ils ont des densités de porosités différentes, la couche de protection étant en matériau poreux.

25 40. Procédé de recyclage selon l'une des quatre revendications précédentes, caractérisé en ce qu'une attaque mécanique de la couche de protection (3) est mise en œuvre en combinaison avec la gravure chimique sélective, de sorte à mettre en œuvre une planarisation mécano-chimique sélective.

étant ainsi apte à mettre en œuvre une gravure sélective, la couche de protection (3) protégeant ainsi de la gravure sélective au moins une partie de la structure tampon (I).

37. Procédé de recyclage selon la revendication précédente, caractérisé en ce que la
5 sélectivité de la gravure entre le matériau de la couche de protection (3) et le matériau d'au moins une des deux zones adjacentes est obtenue par le fait que :

- les deux matériaux sont différents ; ou
- les deux matériaux contiennent des éléments atomiques sensiblement identiques, à l'exception d'au moins un élément atomique ; ou
- 10 – les deux matériaux sont sensiblement identiques, mais au moins un élément atomique dans un matériau a une concentration atomique sensiblement différente de celle du même élément atomique dans l'autre matériau ; ou
- les deux matériaux ont des densités de porosités différentes.

15 38. Procédé de recyclage selon la revendication précédente, caractérisé en ce que la sélectivité de la gravure entre les deux matériaux est obtenue par le fait que les deux matériaux contiennent des éléments atomiques sensiblement identiques à l'exception d'au moins un élément atomique supplémentaire situé dans la couche de protection (3), et en ce que l'élément atomique supplémentaire est un élément de dopage.

20

39. Procédé de recyclage selon la revendication 37 caractérisé en ce que la sélectivité de gravure entre les deux matériaux est obtenue par le fait qu'ils ont des densités de porosités différentes, la couche de protection étant en matériau poreux.

25 40. Procédé de recyclage selon l'une des quatre revendications précédentes, caractérisé en ce qu'une attaque mécanique de la couche de protection (3) est mise en œuvre en combinaison avec la gravure chimique sélective, de sorte à mettre en œuvre une planarisation mécano-chimique sélective.

- ✓ de Si contraint à avoir un paramètre de maille voisin de celui des zones adjacentes à la couche de protection (3), ou
 - ✓ de SiGe avec une concentration en Ge sensiblement différente de celles de chacune des deux zones adjacentes, de sorte à être contrainte à avoir un paramètre de maille voisin de celui des zones adjacentes à la couche de protection (3) ; ou
 - ✓ de Si ou de SiGe dopé ; ou
 - dans la deuxième configuration :
 - ✓ d'AlGaAs dans l'AsGa de la surcouche (5), au cas où il y en a une ;
 - dans la troisième ou dans la quatrième configuration :
 - ✓ d'InP dans la structure tampon (I) dans le cas où elle comprend de l'InGaAs ;
 - ou
 - dans la quatrième configuration :
 - ✓ de InGaAsP dans l'InP de la surcouche (5), au cas où il y en a une.
- 15 41. Procédé de recyclage selon l'une des revendications 12 à 17 ou l'une des revendications 36 à 39, caractérisé en ce que la ou les gravures chimiques mises en œuvre comprennent une des gravures chimiques suivantes : gravure uniquement chimique, gravure électrochimique, ou gravure photo électrochimique.
- 20 42. Procédé de recyclage selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il met en œuvre une finition de la surface de la plaquette donneuse (10) avant ou après l'enlèvement de matière.
- 25 43. Procédé de recyclage selon l'une des revendications 6 à 42, caractérisé en ce que la formation de couche durant le recyclage est effectuée par croissance de couche.
44. Procédé de recyclage selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que la plaquette donneuse (10) comprend au moins une couche comprenant en outre du

41. Procédé de recyclage selon l'une des cinq revendications précédentes combinée avec l'une des revendications 19, 20 ou 30, caractérisé en ce que la couche de protection (3) est constituée :

- dans la première ou dans la deuxième configuration :
 - 5 ✓ de Si contraint à avoir un paramètre de maille voisin de celui des zones adjacentes à la couche de protection (3), ou
 - ✓ de SiGe avec une concentration en Ge sensiblement différente de celles de chacune des deux zones adjacentes, de sorte à être contrainte à avoir un paramètre de maille voisin de celui des zones adjacentes à la couche de
 - 10 protection (3) ; ou
 - ✓ de Si ou de SiGe dopé ; ou
- dans la deuxième configuration :
 - ✓ d'AlGaAs dans l'AsGa de la surcouche (5), au cas où il y en a une ;
- dans la troisième ou dans la quatrième configuration :
 - 15 ✓ d'InP dans la structure tampon (I) dans le cas où elle comprend de l'InGaAs ;
 - ou
- dans la quatrième configuration :
 - ✓ de InGaAsP dans l'InP de la surcouche (5), au cas où il y en a une.

20 42. Procédé de recyclage selon l'une des revendications 12 à 17 ou l'une des revendications 36 à 40, caractérisé en ce que la ou les gravures chimiques mises en œuvre comprennent une des gravures chimiques suivantes : gravure uniquement chimique, gravure électrochimique, ou gravure photo électrochimique.

25 43. Procédé de recyclage selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il met en œuvre une finition de la surface de la plaquette donneuse (10) avant ou après l'enlèvement de matière.

41. Procédé de recyclage selon l'une des cinq revendications précédentes combinée avec l'une des revendications 19, 20 ou 30, caractérisé en ce que la couche de protection (3) est constituée :

- dans la première ou dans la deuxième configuration :
 - 5 ✓ de Si contraint à avoir un paramètre de maille voisin de celui des zones adjacentes à la couche de protection (3), ou
 - ✓ de SiGe avec une concentration en Ge sensiblement différente de celles de chacune des deux zones adjacentes, de sorte à être contrainte à avoir un paramètre de maille voisin de celui des zones adjacentes à la couche de
 - 10 protection (3) ; ou
 - ✓ de Si ou de SiGe dopé ; ou
- dans la deuxième configuration :
 - ✓ d'AlGaAs dans l'AsGa de la surcouche (5), au cas où il y en a une ;
- dans la troisième ou dans la quatrième configuration :
 - 15 ✓ d'InP dans la structure tampon (I) dans le cas où elle comprend de l'InGaAs ;
 - ou
 - dans la quatrième configuration :
 - ✓ de InGaAsP dans l'InP de la surcouche (5), au cas où il y en a une.

20 42. Procédé de recyclage selon l'une des revendications 12 à 17 ou l'une des revendications 36 à 40, caractérisé en ce que la ou les gravures chimiques mises en œuvre comprennent une des gravures chimiques suivantes : gravure uniquement chimique, gravure électrochimique, ou gravure photo électrochimique.

25 43. Procédé de recyclage selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il met en œuvre une finition de la surface de la plaquette donneuse (10) avant ou après l'enlèvement de matière.

carbone avec une concentration de carbone dans la couche sensiblement inférieure ou égale à 50 %.

45. Procédé de recyclage selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que la plaquette donneuse (10) comprend au moins une couche comprenant en outre du carbone avec une concentration de carbone dans la couche sensiblement inférieure ou égale à 5 %.

46. Procédé de recyclage selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il est suivi par la mise en œuvre d'un procédé de prélèvement d'au moins une couche utile.

47. Procédé de réalisation d'une plaquette donneuse (10) destinée à fournir une couche utile par prélèvement et apte à être recyclée après prélèvement selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il comprend la formation d'une structure tampon (I) sur un substrat (1).

48. Procédé de réalisation d'une plaquette donneuse (10) selon la revendication précédente, caractérisé en ce que la structure tampon (I) est constituée d'une couche tampon (2) sur le substrat (1) et d'une couche additionnelle (4), la couche additionnelle (4) ayant :

- une épaisseur suffisamment importante pour confiner des défauts ; et/ou
- un paramètre de maille en surface sensiblement différent de celui du substrat (1).

25

49. Procédé de réalisation d'une plaquette donneuse (10) selon la revendication précédente, caractérisé en ce que la couche tampon (2) est réalisée de sorte à avoir son paramètre de maille évoluant sensiblement en épaisseur entre les paramètres de maille respectifs du substrat (1) et de la couche additionnelle (4).

44. Procédé de recyclage selon l'une des revendications 6 à 43, caractérisé en ce que la formation de couche durant le recyclage est effectuée par croissance de couche.

45. Procédé de recyclage selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que la plaquette donneuse (10) comprend au moins une couche comprenant en outre du carbone avec une concentration de carbone dans la couche sensiblement inférieure ou égale à 50 %.

46. Procédé de recyclage selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que la plaquette donneuse (10) comprend au moins une couche comprenant en outre du carbone avec une concentration de carbone dans la couche sensiblement inférieure ou égale à 5 %.

47. Procédé de recyclage selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il est suivi par la mise en œuvre d'un procédé de prélèvement d'au moins une couche utile.

48. Procédé de réalisation d'une plaquette donneuse (10) destinée à fournir une couche utile par prélèvement et apte à être recyclée après prélèvement selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il comprend la formation d'une structure tampon (I) sur un substrat (1).

49. Procédé de réalisation d'une plaquette donneuse (10) selon la revendication précédente, caractérisé en ce que la structure tampon (I) est constituée d'une couche tampon (2) sur le substrat (1) et d'une couche additionnelle (4), la couche additionnelle (4) ayant :

- une épaisseur suffisamment importante pour confiner des défauts ; et/ou
- un paramètre de maille en surface sensiblement différent de celui du substrat (1).

44. Procédé de recyclage selon l'une des revendications 6 à 43, caractérisé en ce que la formation de couche durant le recyclage est effectuée par croissance de couche.
- 5 45. Procédé de recyclage selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que la plaquette donneuse (10) comprend au moins une couche comprenant en outre du carbone avec une concentration de carbone dans la couche sensiblement inférieure ou égale à 50 %.
- 10 46. Procédé de recyclage selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que la plaquette donneuse (10) comprend au moins une couche comprenant en outre du carbone avec une concentration de carbone dans la couche sensiblement inférieure ou égale à 5 %.
- 15 47. Procédé de recyclage selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il est suivi par la mise en œuvre d'un procédé de prélèvement d'au moins une couche utile.
- 20 48. Procédé de réalisation d'une plaquette donneuse (10) destinée à fournir une couche utile par prélèvement et apte à être recyclée après prélèvement conformément au procédé de recyclage selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il comprend la formation d'une structure tampon (I) sur un substrat (1).
- 25 49. Procédé de réalisation d'une plaquette donneuse (10) selon la revendication précédente, caractérisé en ce que la structure tampon (I) est constituée d'une couche tampon (2) sur le substrat (1) et d'une couche additionnelle (4), la couche additionnelle (4) ayant :
- une épaisseur suffisamment importante pour confiner des défauts ; et/ou
 - un paramètre de maille en surface sensiblement différent de celui du substrat (1).

50. Procédé de réalisation d'une plaquette donneuse (10) selon l'une des revendications 47 à 49, caractérisé en ce qu'il comprend le dopage d'au moins une partie d'une couche dans la plaquette donneuse (10) avec au moins un élément atomique de sorte qu'une sélectivité d'une gravure chimique entre le matériau dopé de la couche et le matériau d'au moins une des deux zones adjacentes à cette couche soit obtenue par la présence de l'élément de dopage.
51. Procédé de réalisation d'une plaquette donneuse (10) selon l'une des quatre revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il comprend la formation d'une couche de protection (3) dans la plaquette donneuse (10) du côté de la structure tampon (I) par rapport à l'interface de cette dernière avec le substrat (1), le matériau de la couche de protection (3) étant choisi parmi les matériaux cristallins pour protéger d'au moins une attaque de matière mise en œuvre lors du recyclage la partie de la plaquette donneuse (10) qui lui est sous-jacente et qui comprend au moins une partie de la structure tampon (I).
52. Procédé de réalisation d'une plaquette donneuse (10) selon la revendication précédente, caractérisé en ce que le paramètre de maille nominal du matériau de la couche de protection (3) est sensiblement différent du paramètre de maille des zones adjacentes à la couche de protection (3), et en ce que la couche de protection (3) a une épaisseur suffisamment faible pour être contrainte d'avoir un paramètre de maille voisin du paramètre de maille des zones adjacentes, de sorte que la couche de protection (3) ne perturbe sensiblement pas la structure cristallographique de ces zones adjacentes.
53. Procédé de réalisation d'une plaquette donneuse (10) selon l'une des deux revendications précédentes, caractérisé en ce que l'enlèvement de matière sélectif à mettre en œuvre lors du procédé de recyclage entre le matériau de la couche de protection (3) et le matériau d'au moins une des deux zones adjacentes est une gravure

50. Procédé de réalisation d'une plaquette donneuse (10) selon la revendication précédente, caractérisé en ce que la couche tampon (2) est réalisée de sorte à avoir son paramètre de maille évoluant sensiblement en épaisseur entre les paramètres de maille respectifs du substrat (1) et de la couche additionnelle (4).

51. Procédé de réalisation d'une plaquette donneuse (10) selon l'une des revendications 48 à 50, caractérisé en ce qu'il comprend le dopage d'au moins une partie d'une couche dans la plaquette donneuse (10) avec au moins un élément atomique de sorte qu'une sélectivité d'une gravure chimique entre le matériau dopé de la couche et le matériau d'au moins une des deux zones adjacentes à cette couche soit obtenue par la présence de l'élément de dopage.

52. Procédé de réalisation d'une plaquette donneuse (10) selon l'une des quatre revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il comprend la formation d'une couche de protection (3) dans la plaquette donneuse (10) du côté de la structure tampon (I) par rapport à l'interface de cette dernière avec le substrat (1), le matériau de la couche de protection (3) étant choisi parmi les matériaux cristallins pour protéger d'au moins une attaque de matière mise en œuvre lors du recyclage la partie de la plaquette donneuse (10) qui lui est sous-jacente et qui comprend au moins une partie de la structure tampon (I).

53. Procédé de réalisation d'une plaquette donneuse (10) selon la revendication précédente, caractérisé en ce que le paramètre de maille nominal du matériau de la couche de protection (3) est sensiblement différent du paramètre de maille des zones adjacentes à la couche de protection (3), et en ce que la couche de protection (3) a une épaisseur suffisamment faible pour être contrainte d'avoir un paramètre de maille voisin du paramètre de maille des zones adjacentes, de sorte que la couche de protection (3) ne perturbe sensiblement pas la structure cristallographique de ces zones adjacentes.



50. Procédé de réalisation d'une plaquette donneuse (10) selon la revendication précédente, caractérisé en ce que la couche tampon (2) est réalisée de sorte à avoir son paramètre de maille évoluant sensiblement en épaisseur entre les paramètres de maille respectifs du substrat (1) et de la couche additionnelle (4).

51. Procédé de réalisation d'une plaquette donneuse (10) selon l'une des revendications 48 à 50, caractérisé en ce qu'il comprend le dopage d'au moins une partie d'une couche dans la plaquette donneuse (10) avec au moins un élément atomique de sorte qu'une sélectivité d'une gravure chimique entre le matériau dopé de la couche et le matériau d'au moins une des deux zones adjacentes à cette couche soit obtenue par la présence de l'élément de dopage.

52. Procédé de réalisation d'une plaquette donneuse (10) selon l'une des quatre revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il comprend la formation d'une couche de protection (3) dans la plaquette donneuse (10) du côté de la structure tampon (I) par rapport à l'interface de cette dernière avec le substrat (1), le matériau de la couche de protection (3) étant choisi parmi les matériaux cristallins pour protéger d'au moins une attaque de matière mise en œuvre lors du recyclage la partie de la plaquette donneuse (10) qui lui est sous-jacente et qui comprend au moins une partie de la structure tampon (I).

53. Procédé de réalisation d'une plaquette donneuse (10) selon la revendication précédente, caractérisé en ce que le paramètre de maille nominal du matériau de la couche de protection (3) est sensiblement différent du paramètre de maille des zones adjacentes à la couche de protection (3), et en ce que la couche de protection (3) a une épaisseur suffisamment faible pour être contrainte d'avoir un paramètre de maille voisin du paramètre de maille des zones adjacentes, de sorte que la couche de protection (3) ne perturbe sensiblement pas la structure cristallographique de ces zones adjacentes.

chimique sélective, et en ce que la sélectivité de la gravure chimique est obtenue par le fait que :

- les deux matériaux sont différents ; ou
- les deux matériaux contiennent des éléments atomiques sensiblement identiques, à l'exception d'au moins un élément atomique ; ou
- les deux matériaux sont sensiblement identiques, mais au moins un élément atomique dans un matériau a une concentration atomique sensiblement différente de celle du même élément atomique dans l'autre matériau ; ou
- les deux matériaux ont des densités de porosités différentes.

10

54. Procédé de réalisation d'une plaquette donneuse (10) selon la revendication précédente, caractérisé en ce en ce qu'il comprend le dopage de la couche de protection (3) avec au moins un élément atomique de sorte que la sélectivité de la gravure chimique entre le matériau de la couche de protection (3) et le matériau d'au moins une des deux zones adjacentes à la couche de protection (3) est obtenue par la présence de l'élément de dopage dans la couche de protection (3).

15

55. Procédé de réalisation d'une plaquette donneuse (10) selon l'une des revendications 51 à 54, la plaquette donneuse (10) étant destinée à fournir une couche utile par prélèvement et apte à être recyclée après prélèvement selon l'une des revendications 21 à 46 à l'exception des revendications 28, 29 et 30, caractérisé en ce qu'il comprend les étapes suivantes :

20

- formation d'une première partie (2') d'une structure tampon (I) sur un substrat (1) ;
- formation d'une couche de protection (3) sur la première partie (2') de la structure tampon (I) ;
- formation sur la couche de protection (3) de la deuxième partie (4') de la structure tampon (I), de sorte qu'elle présente un paramètre de maille au voisinage de la couche de protection (3) sensiblement proche de celui de la première partie (2') de la structure tampon (I) au voisinage de la couche de protection (3).

25

30

54. Procédé de réalisation d'une plaquette donneuse (10) selon l'une des deux revendications précédentes, caractérisé en ce que l'enlèvement de matière sélectif à mettre en œuvre lors du procédé de recyclage entre le matériau de la couche de protection (3) et le matériau d'au moins une des deux zones adjacentes est une gravure chimique sélective, et en ce que la sélectivité de la gravure chimique est obtenue par le fait que :

- les deux matériaux sont différents ; ou
- les deux matériaux contiennent des éléments atomiques sensiblement identiques, à l'exception d'au moins un élément atomique ; ou
- 10 – les deux matériaux sont sensiblement identiques, mais au moins un élément atomique dans un matériau a une concentration atomique sensiblement différente de celle du même élément atomique dans l'autre matériau ; ou
- les deux matériaux ont des densités de porosités différentes.

15 55. Procédé de réalisation d'une plaquette donneuse (10) selon la revendication précédente, caractérisé en ce qu'il comprend le dopage de la couche de protection (3) avec au moins un élément atomique de sorte que la sélectivité de la gravure chimique entre le matériau de la couche de protection (3) et le matériau d'au moins une des deux zones adjacentes à la couche de protection (3) est obtenue par la présence de

20 l'élément de dopage dans la couche de protection (3).

56. Procédé de réalisation d'une plaquette donneuse (10) selon l'une des revendications 52 à 55, la plaquette donneuse (10) étant destinée à fournir une couche utile par prélèvement et apte à être recyclée après prélèvement selon l'une des revendications 21 à 47 à l'exception des revendications 28, 29 et 30, caractérisé en ce qu'il comprend les étapes suivantes :

- formation d'une première partie (2') d'une structure tampon (I) sur un substrat (1) ;
 - formation d'une couche de protection (3) sur la première partie (2') de la structure tampon (I) ;
- 30

54. Procédé de réalisation d'une plaquette donneuse (10) selon l'une des deux revendications précédentes, caractérisé en ce que l'enlèvement de matière sélectif à mettre en œuvre lors du procédé de recyclage entre le matériau de la couche de protection (3) et le matériau d'au moins une des deux zones adjacentes est une gravure chimique sélective, et en ce que la sélectivité de la gravure chimique est obtenue par le fait que :

- les deux matériaux sont différents ; ou
- les deux matériaux contiennent des éléments atomiques sensiblement identiques, à l'exception d'au moins un élément atomique ; ou
- 10 - les deux matériaux sont sensiblement identiques, mais au moins un élément atomique dans un matériau a une concentration atomique sensiblement différente de celle du même élément atomique dans l'autre matériau ; ou
- les deux matériaux ont des densités de porosités différentes.

15 55. Procédé de réalisation d'une plaquette donneuse (10) selon la revendication précédente, caractérisé en ce qu'il comprend le dopage de la couche de protection (3) avec au moins un élément atomique de sorte que la sélectivité de la gravure chimique entre le matériau de la couche de protection (3) et le matériau d'au moins une des deux zones adjacentes à la couche de protection (3) est obtenue par la présence de

20 l'élément de dopage dans la couche de protection (3).

56. Procédé de réalisation d'une plaquette donneuse (10) selon l'une des revendications 52 à 55, la plaquette donneuse (10) étant destinée à fournir une couche utile par prélèvement et apte à être recyclée après prélèvement conformément au procédé de recyclage selon l'une des revendications 21 à 47 à l'exception des revendications 28, 29 et 30, caractérisé en ce qu'il comprend les étapes suivantes :

- formation d'une première partie (2') d'une structure tampon (I) sur un substrat (1) ;

56. Procédé de réalisation d'une plaquette donneuse (10) selon la revendication précédente combinée avec la revendication 48 ou 49, caractérisé en ce que la couche de protection (3) est formée :

- 5 – dans la couche tampon (2), ou
- entre la couche tampon (2) et la couche additionnelle (4), ou
- dans la couche additionnelle (4).

10 57. Procédé de réalisation d'une plaquette donneuse (10) selon l'une des revendications 47 à 56, caractérisé en ce qu'il comprend en outre une formation d'une surcouche (5) sur la structure tampon (I) de sorte à former au moins une couche utile.

15 58. Procédé de réalisation d'une plaquette donneuse (10) selon l'une des revendications 51 à 54, la plaquette donneuse (10) étant destinée à fournir une couche utile par prélèvement et apte à être recyclée après prélèvement selon l'une des revendications 21 à 46 à l'exception des revendications 24 à 27, 29 et 30, caractérisé en ce qu'il comprend les étapes suivantes :

- formation d'une structure tampon (I) sur un substrat (1) ;
- formation d'une couche de protection (3) sur la structure tampon (I) avec un
- 20 matériau choisi parmi les matériaux semiconducteurs de sorte à protéger la partie de la plaquette donneuse (10) sous-jacente d'un enlèvement de matière sélectif mis en œuvre au cours du recyclage au niveau ou au voisinage de la couche de protection (3) ;
- formation d'une surcouche (5) sur la couche de protection (3).

25 59. Procédé de réalisation d'une plaquette donneuse (10) selon l'une des revendications 51 à 54, la plaquette donneuse (10) étant destinée à fournir une couche utile par prélèvement et apte à être recyclée après prélèvement selon l'une des revendications 21

- formation sur la couche de protection (3) de la deuxième partie (4') de la structure tampon (I), de sorte qu'elle présente un paramètre de maille au voisinage de la couche de protection (3) sensiblement proche de celui de la première partie (2') de la structure tampon (I) au voisinage de la couche de protection (3).

5

57. Procédé de réalisation d'une plaquette donneuse (10) selon la revendication précédente combinée avec la revendication 49 ou 50, caractérisé en ce que la couche de protection (3) est formée :

- dans la couche tampon (2), ou
- 10 – entre la couche tampon (2) et la couche additionnelle (4), ou
- dans la couche additionnelle (4).

58. Procédé de réalisation d'une plaquette donneuse (10) selon l'une des revendications 48 à 57, caractérisé en ce qu'il comprend en outre une formation d'une surcouche (5)

15 sur la structure tampon (I) de sorte à former au moins une couche utile.

59. Procédé de réalisation d'une plaquette donneuse (10) selon l'une des revendications 52 à 57, la plaquette donneuse (10) étant destinée à fournir une couche utile par prélèvement et apte à être recyclée après prélèvement selon l'une des revendications 21

20 à 47 à l'exception des revendications 24 à 27, 29 et 30, caractérisé en ce qu'il comprend les étapes suivantes :

- formation d'une structure tampon (I) sur un substrat (1) ;
- formation d'une couche de protection (3) sur la structure tampon (I) avec un matériau choisi parmi les matériaux semiconducteurs de sorte à protéger la partie de
- 25 la plaquette donneuse (10) sous-jacente d'un enlèvement de matière sélectif mis en œuvre au cours du recyclage au niveau ou au voisinage de la couche de protection (3) ;
- formation d'une surcouche (5) sur la couche de protection (3).

- formation d'une couche de protection (3) sur la première partie (2') de la structure tampon (I) ;
- formation sur la couche de protection (3) de la deuxième partie (4') de la structure tampon (I), de sorte qu'elle présente un paramètre de maille au voisinage de la couche de protection (3) sensiblement proche de celui de la première partie (2') de la structure tampon (I) au voisinage de la couche de protection (3).

57. Procédé de réalisation d'une plaquette donneuse (10) selon la revendication précédente combinée avec la revendication 49 ou 50, caractérisé en ce que la couche de protection (3) est formée :

- dans la couche tampon (2), ou
- entre la couche tampon (2) et la couche additionnelle (4), ou
- dans la couche additionnelle (4).

58. Procédé de réalisation d'une plaquette donneuse (10) selon l'une des revendications 48 à 57, caractérisé en ce qu'il comprend en outre une formation d'une surcouche (5) sur la structure tampon (I) de sorte à former au moins une couche utile.

59. Procédé de réalisation d'une plaquette donneuse (10) selon l'une des revendications 52 à 57, la plaquette donneuse (10) étant destinée à fournir une couche utile par prélèvement et apte à être recyclée après prélèvement conformément au procédé de recyclage selon l'une des revendications 21 à 47 à l'exception des revendications 24 à 27, 29 et 30, caractérisé en ce qu'il comprend les étapes suivantes :

- formation d'une structure tampon (I) sur un substrat (1) ;
- formation d'une couche de protection (3) sur la structure tampon (I) avec un matériau choisi parmi les matériaux semiconducteurs de sorte à protéger la partie de la plaquette donneuse (10) sous-jacente d'un enlèvement de matière sélectif mis en œuvre au cours du recyclage au niveau ou au voisinage de la couche de protection (3) ;

à 46 à l'exception des revendications 24 à 28, caractérisé en ce qu'il comprend les étapes suivantes :

- formation d'une structure tampon (I) sur un substrat (1) ;
- formation d'une couche intermédiaire (8) sur la structure tampon (I) ;
- 5 – formation d'une couche de protection (3) sur la couche intermédiaire (8) ;
- formation d'une surcouche (5) sur la couche de protection (3).

60. Procédé de réalisation d'une plaquette donneuse (10) selon l'une des revendications 47 à 59, caractérisé en ce que la structure tampon I a une composition qui comprend un
10 alliage atomique appartenant à une des familles d'alliages atomiques suivantes :

- famille IV-IV ;
- famille III-V ;
- famille II-VI ;

cet alliage étant de type binaire, ternaire, quaternaire ou de degré supérieur.

15

61. Procédé de réalisation d'une plaquette donneuse (10) selon l'une des revendications 47 à 60, caractérisé en ce que la plaquette donneuse (10) comprend :

- dans une première configuration :
 - ✓ un substrat (1) constitué de Si ;
 - 20 ✓ une structure tampon (I) comprenant une couche tampon (2) en SiGe avec une concentration de Ge croissant en épaisseur et une couche (4) en SiGe relaxé par la couche tampon (2) ; ou
- dans une deuxième configuration : les mêmes couches et les mêmes matériaux que ceux de la première configuration, avec la couche tampon (2) ayant une
25 concentration de Ge croissant en épaisseur entre environ 0 % et environ 100 % et avec la couche (4) en SiGe relaxé par la couche tampon (2) ayant une concentration en Si sensiblement nulle ; ou
- dans une troisième configuration :

60. Procédé de réalisation d'une plaquette donneuse (10) selon l'une des revendications 52 à 55, la plaquette donneuse (10) étant destinée à fournir une couche utile par prélèvement et apte à être recyclée après prélèvement selon l'une des revendications 21 à 46 à l'exception des revendications 24 à 28, caractérisé en ce qu'il comprend les
- 5 étapes suivantes :
- formation d'une structure tampon (I) sur un substrat (1) ;
 - formation d'une couche intermédiaire (8) sur la structure tampon (I) ;
 - formation d'une couche de protection (3) sur la couche intermédiaire (8) ;
 - formation d'une surcouche (5) sur la couche de protection (3).
- 10
61. Procédé de réalisation d'une plaquette donneuse (10) selon l'une des revendications 48 à 60, caractérisé en ce que la structure tampon I a une composition qui comprend un alliage atomique appartenant à une des familles d'alliages atomiques suivantes :
- 15
- famille IV-IV ;
 - famille III-V ;
 - famille II-VI ;
- cet alliage étant de type binaire, ternaire, quaternaire ou de degré supérieur.
- 20
62. Procédé de réalisation d'une plaquette donneuse (10) selon l'une des revendications 48 à 61, caractérisé en ce que la plaquette donneuse (10) comprend :
- dans une première configuration :
 - ✓ un substrat (1) constitué de Si ;
 - ✓ une structure tampon (I) comprenant une couche tampon (2) en SiGe avec une concentration de Ge croissant en épaisseur et une couche (4) en SiGe
 - 25 relaxé par la couche tampon (2) ; ou
 - dans une deuxième configuration : les mêmes couches et les mêmes matériaux que ceux de la première configuration, avec la couche tampon (2) ayant une concentration de Ge croissant en épaisseur entre environ 0 % et environ 100 % et

- formation d'une surcouche (5) sur la couche de protection (3).

60. Procédé de réalisation d'une plaquette donneuse (10) selon l'une des revendications 52 à 55, la plaquette donneuse (10) étant destinée à fournir une couche utile par
5 prélèvement et apte à être recyclée après prélèvement conformément au procédé de recyclage selon l'une des revendications 21 à 47 à l'exception des revendications 24 à 28, caractérisé en ce qu'il comprend les étapes suivantes :

- formation d'une structure tampon (I) sur un substrat (1) ;
- formation d'une couche intermédiaire (8) sur la structure tampon (I) ;
- 10 – formation d'une couche de protection (3) sur la couche intermédiaire (8) ;
- formation d'une surcouche (5) sur la couche de protection (3).

61. Procédé de réalisation d'une plaquette donneuse (10) selon l'une des revendications 48 à 60, caractérisé en ce que la structure tampon I a une composition qui comprend un
15 alliage atomique appartenant à une des familles d'alliages atomiques suivantes :

- famille IV-IV ;
- famille III-V ;
- famille II-VI ;

cet alliage étant de type binaire, ternaire, quaternaire ou de degré supérieur.

20

62. Procédé de réalisation d'une plaquette donneuse (10) selon l'une des revendications 48 à 61, caractérisé en ce que la plaquette donneuse (10) comprend :

- dans une première configuration :
 - ✓ un substrat (1) constitué de Si ;
 - 25 ✓ une structure tampon (I) comprenant une couche tampon (2) en SiGe avec une concentration de Ge croissant en épaisseur et une couche (4) en SiGe relaxé par la couche tampon (2) ; ou
- dans une deuxième configuration : les mêmes couches et les mêmes matériaux que ceux de la première configuration, avec la couche tampon (2) ayant une

- ✓ un substrat (1) comprenant de l'AsGa au niveau de son interface avec la structure tampon (I) ;
 - ✓ une structure tampon (I) comprenant une couche tampon (2) comprenant alliage atomique appartenant à la famille III-V de type ternaire ou de degré supérieur, dont la composition est respectivement choisie parmi les combinaisons possibles (Al,Ga,In)-(N,P,As), et au moins deux éléments choisis parmi la famille III ou au moins deux éléments choisis parmi famille V, ces deux éléments ayant une concentration évoluant graduellement dans l'épaisseur de la couche tampon (2) ; ou
 - dans une quatrième configuration : les mêmes couches et les mêmes matériaux que ceux de la deuxième configuration, avec une structure tampon (I) ayant en outre, au voisinage de la face opposée à son interface avec le substrat (1), un paramètre de maille voisin de celui de l'InP.
- 15 62. Procédé de réalisation d'une plaquette donneuse (10) selon la revendication 61 combinée avec l'une des revendications 57 à 59, caractérisé en ce que la surcouche (5) comprend :
- dans la première configuration, du SiGe et/ou du Si contraint ;
 - dans la deuxième configuration, de l'AsGa et/ou du Ge ;
 - dans la troisième configuration, , un alliage appartenant à la famille III-V ;
 - dans la quatrième configuration, de l'InP.
- 20
63. Procédé de réalisation d'une plaquette donneuse (10) selon la revendication 61 ou 62 combinée avec la revendication 59, caractérisé en ce que la couche intermédiaire (8) comprend :
- dans la première configuration, du SiGe et/ou du Si contraint ;
 - dans la deuxième configuration, de l'AsGa et/ou du Ge ;
 - dans la troisième configuration, un alliage appartenant à la famille III-V ;
- 25

avec la couche (4) en SiGe relaxé par la couche tampon (2) ayant une concentration en Si sensiblement nulle ; ou

– dans une troisième configuration :

5

✓ un substrat (1) comprenant de l'AsGa au niveau de son interface avec la structure tampon (I) ;

10

✓ une structure tampon (I) comprenant une couche tampon (2) comprenant un alliage atomique appartenant à la famille III-V de type ternaire ou de degré supérieur, dont la composition est respectivement choisie parmi les combinaisons possibles (Al,Ga,In)-(N,P,As), et au moins deux éléments choisis parmi la famille III ou au moins deux éléments choisis parmi la famille V, ces deux éléments ayant une concentration évoluant graduellement dans l'épaisseur de la couche tampon (2) ; ou

15

– dans une quatrième configuration : les mêmes couches et les mêmes matériaux que ceux de la troisième configuration, avec une structure tampon (I) ayant en outre, au voisinage de la face opposée à son interface avec le substrat (1), un paramètre de maille voisin de celui de l'InP.

20

63. Procédé de réalisation d'une plaquette donneuse (10) selon la revendication 62 combinée avec l'une des revendications 58 à 60, caractérisé en ce que la surcouche (5) comprend :

- dans la première configuration, du SiGe et/ou du Si contraint ;
- dans la deuxième configuration, de l'AsGa et/ou du Ge ;
- dans la troisième configuration, , un alliage appartenant à la famille III-V ;
- dans la quatrième configuration, de l'InP.

25

64. Procédé de réalisation d'une plaquette donneuse (10) selon la revendication 62 ou 63 combinée avec la revendication 60, caractérisé en ce que la couche intermédiaire (8) comprend :

- dans la première configuration, du SiGe et/ou du Si contraint ;

concentration de Ge croissant en épaisseur entre environ 0 % et environ 100 % et avec la couche (4) en SiGe relaxé par la couche tampon (2) ayant une concentration en Si sensiblement nulle ; ou

- dans une troisième configuration :
 - 5 ✓ un substrat (1) comprenant de l'AsGa au niveau de son interface avec la structure tampon (1) ;
 - ✓ une structure tampon (1) comprenant une couche tampon (2) comprenant un alliage atomique appartenant à la famille III-V de type ternaire ou de degré supérieur, dont la composition est respectivement choisie parmi les combinaisons possibles (Al,Ga,In)-(N,P,As), et au moins deux éléments choisis parmi la famille III ou au moins deux éléments choisis parmi la famille V, ces deux éléments ayant une concentration évoluant graduellement dans l'épaisseur de la couche tampon (2) ; ou
- dans une quatrième configuration : les mêmes couches et les mêmes matériaux que ceux de la troisième configuration, avec une structure tampon (1) ayant en outre, au voisinage de la face opposée à son interface avec le substrat (1), un paramètre de maille voisin de celui de l'InP.

63. Procédé de réalisation d'une plaquette donneuse (10) selon la revendication 62 combinée avec l'une des revendications 58 à 60, caractérisé en ce que la surcouche (5) comprend :

- dans la première configuration, du SiGe et/ou du Si contraint ;
- dans la deuxième configuration, de l'AsGa et/ou du Ge ;
- dans la troisième configuration, , un alliage appartenant à la famille III-V ;
- 25 – dans la quatrième configuration, de l'InP.

64. Procédé de réalisation d'une plaquette donneuse (10) selon la revendication 62 ou 63 combinée avec la revendication 60, caractérisé en ce que la couche intermédiaire (8) comprend :

- dans la quatrième configuration, de l'InP et/ou un matériau III-V de paramètre de maille sensiblement identique à celui de l'InP.

64. Procédé de réalisation d'une plaquette donneuse (10) selon la revendication 55, 58 ou 59 respectivement combinée avec la revendication 61, 62 ou 63, caractérisé en ce que la couche de protection (3) protège d'un enlèvement de matière sélectif de type gravure chimique sélective, et en ce que la couche de protection (3) est constituée :

- dans la première ou dans la deuxième configuration :

- ✓ de Si contraint à avoir un paramètre de maille voisin de celui des zones adjacentes à la couche de protection (3), ou

- ✓ de SiGe avec une concentration en Ge sensiblement différente de celles de chacune des deux zones adjacentes, de sorte à être contrainte à avoir un paramètre de maille voisin de celui des zones adjacentes à la couche de protection (3) ; ou

- ✓ de Si ou de SiGe dopé ; ou

- dans la deuxième configuration :

- ✓ d'AlGaAs dans l'AsGa de la surcouche (5), au cas où il y en a une ;

- dans la troisième ou dans la quatrième configuration :

- ✓ d'InP dans la structure tampon (I) dans le cas où elle comprend de l'InGaAs ;
ou

- dans la quatrième configuration :

- ✓ de InGaAsP dans l'InP de la surcouche (5), au cas où il y en a une ;

65. Procédé de réalisation d'une plaquette donneuse (10) selon l'une des revendications 47 à 64, caractérisé en ce que la plaquette donneuse (10) comprend au moins une couche comprenant en outre du carbone avec une concentration de carbone dans la couche sensiblement inférieure ou égale à 50 %.

- dans la deuxième configuration, de l'AsGa et/ou du Ge ;
- dans la troisième configuration, un alliage appartenant à la famille III-V ;
- dans la quatrième configuration, de l'InP et/ou un matériau III-V de paramètre de maille sensiblement identique à celui de l'InP.

5

65. Procédé de réalisation d'une plaquette donneuse (10) selon la revendication 56, 59 ou 60 respectivement combinée avec la revendication 62, 63 ou 64, caractérisé en ce que la couche de protection (3) protège d'un enlèvement de matière sélectif de type gravure chimique sélective, et en ce que la couche de protection (3) est constituée :

- 10 - dans la première ou dans la deuxième configuration :
 - ✓ de Si contraint à avoir un paramètre de maille voisin de celui des zones adjacentes à la couche de protection (3), ou
 - ✓ de SiGe avec une concentration en Ge sensiblement différente de celles de chacune des deux zones adjacentes, de sorte à être contrainte à avoir un
 - 15 paramètre de maille voisin de celui des zones adjacentes à la couche de protection (3) ; ou
 - ✓ de Si ou de SiGe dopé ; ou
- dans la deuxième configuration :
 - ✓ d'AlGaAs dans l'AsGa de la surcouche (5), au cas où il y en a une ;
 - 20 - dans la troisième ou dans la quatrième configuration :
 - ✓ d'InP dans la structure tampon (I) dans le cas où elle comprend de l'InGaAs ;
 - ou
 - dans la quatrième configuration :
 - ✓ de InGaAsP dans l'InP de la surcouche (5), au cas où il y en a une ;

25

66. Procédé de réalisation d'une plaquette donneuse (10) selon l'une des revendications 48 à 65, caractérisé en ce que la plaquette donneuse (10) comprend au moins une couche comprenant en outre du carbone avec une concentration de carbone dans la couche sensiblement inférieure ou égale à 50 %.

- dans la première configuration, du SiGe et/ou du Si contraint ;
 - dans la deuxième configuration, de l'AsGa et/ou du Ge ;
 - dans la troisième configuration, un alliage appartenant à la famille III-V ;
 - dans la quatrième configuration, de l'InP et/ou un matériau III-V de paramètre
- 5 de maille sensiblement identique à celui de l'InP.

65. Procédé de réalisation d'une plaquette donneuse (10) selon la revendication 56, 59 ou 60 respectivement combinée avec la revendication 62, 63 ou 64, caractérisé en ce que la couche de protection (3) protège d'un enlèvement de matière sélectif de type

10 gravure chimique sélective, et en ce que la couche de protection (3) est constituée :

- dans la première ou dans la deuxième configuration :
 - ✓ de Si contraint à avoir un paramètre de maille voisin de celui des zones adjacentes à la couche de protection (3), ou
 - ✓ de SiGe avec une concentration en Ge sensiblement différente de celles de
- 15 chacune des deux zones adjacentes, de sorte à être contrainte à avoir un paramètre de maille voisin de celui des zones adjacentes à la couche de protection (3) ; ou
- ✓ de Si ou de SiGe dopé ; ou
- dans la deuxième configuration :
 - 20 ✓ d'AlGaAs dans l'AsGa de la surcouche (5), au cas où il y en a une ;
- dans la troisième ou dans la quatrième configuration :
 - ✓ d'InP dans la structure tampon (I) dans le cas où elle comprend de l'InGaAs ;
 - ou
- dans la quatrième configuration :
 - 25 ✓ de InGaAsP dans l'InP de la surcouche (5), au cas où il y en a une ;

66. Procédé de réalisation d'une plaquette donneuse (10) selon l'une des revendications 48 à 65, caractérisé en ce que la plaquette donneuse (10) comprend au moins une

66. Procédé de réalisation d'une plaquette donneuse (10) selon l'une des revendications 47 à 65, caractérisé en ce que la plaquette donneuse (10) comprend au moins une couche comprenant en outre du carbone avec une concentration de carbone dans la couche sensiblement inférieure ou égale à 5 %.

5

67. Procédé de réalisation d'une plaquette donneuse (10) selon l'une des revendications 47 à 66, caractérisé en ce qu'au moins une des formations des couches de la plaquette donneuse (10) est réalisée par croissance de couche.

10 68. Procédé de réalisation d'une plaquette donneuse (10) selon l'une des revendications 47 à 67, caractérisé en ce qu'il est suivi par la mise en œuvre d'un procédé de prélèvement de couche utile.

15 69. Procédé de prélèvement de couche utile sur une plaquette donneuse (10) pour être transférée sur un substrat récepteur (6), la plaquette donneuse (10) étant recyclable après prélèvement selon l'une des revendications 1 à 46, caractérisé en ce qu'il comprend :

(a) un collage de la plaquette donneuse (10) avec le substrat récepteur (6) du côté de la couche utile à prélever ;

20 (b) un détachement de la couche utile de la plaquette donneuse (10) ayant lieu du côté de la plaquette donneuse opposé au substrat (1).

70. Procédé de prélèvement de couche utile sur une plaquette donneuse (10) pour être transférée sur un substrat récepteur (6), la plaquette donneuse (10) comprenant une couche de protection (3) afin d'être recyclée après prélèvement selon l'une des
25 revendications 21 à 46, caractérisé en ce qu'il comprend :

(a) un collage de la plaquette donneuse (10) avec le substrat récepteur (6) du côté de la couche utile à prélever ;

(b) un détachement de la couche utile de la plaquette donneuse (10) ayant lieu du côté de la couche utile à prélever par rapport à la couche de protection (3).

30

67. Procédé de réalisation d'une plaquette donneuse (10) selon l'une des revendications 48 à 66, caractérisé en ce que la plaquette donneuse (10) comprend au moins une couche comprenant en outre du carbone avec une concentration de carbone dans la
5 couche sensiblement inférieure ou égale à 5 %.

68. Procédé de réalisation d'une plaquette donneuse (10) selon l'une des revendications 48 à 67, caractérisé en ce qu'au moins une des formations des couches de la plaquette
10 donneuse (10) est réalisée par croissance de couche.

69. Procédé de réalisation d'une plaquette donneuse (10) selon l'une des revendications 48 à 68, caractérisé en ce qu'il est suivi par la mise en œuvre d'un procédé de
prélèvement de couche utile.

15 70. Procédé de prélèvement de couche utile sur une plaquette donneuse (10) pour être transférée sur un substrat récepteur (6), la plaquette donneuse (10) étant recyclable après prélèvement selon l'une des revendications 1 à 46, caractérisé en ce qu'il comprend :

- (a) un collage de la plaquette donneuse (10) avec le substrat récepteur (6) du côté de la couche utile à prélever ;
- 20 (b) un détachement de la couche utile de la plaquette donneuse (10) ayant lieu du côté de la plaquette donneuse opposé au substrat (1).

71. Procédé de prélèvement de couche utile sur une plaquette donneuse (10) pour être transférée sur un substrat récepteur (6), la plaquette donneuse (10) comprenant une
25 couche de protection (3) afin d'être recyclée après prélèvement selon l'une des revendications 21 à 47, caractérisé en ce qu'il comprend :

- (a) un collage de la plaquette donneuse (10) avec le substrat récepteur (6) du côté de la couche utile à prélever ;
- (b) un détachement de la couche utile de la plaquette donneuse (10) ayant lieu du
30 côté de la couche utile à prélever par rapport à la couche de protection (3).

couche comprenant en outre du carbone avec une concentration de carbone dans la couche sensiblement inférieure ou égale à 50 %.

5 67. Procédé de réalisation d'une plaquette donneuse (10) selon l'une des revendications 48 à 66, caractérisé en ce que la plaquette donneuse (10) comprend au moins une couche comprenant en outre du carbone avec une concentration de carbone dans la couche sensiblement inférieure ou égale à 5 %.

10 68. Procédé de réalisation d'une plaquette donneuse (10) selon l'une des revendications 48 à 67, caractérisé en ce qu'au moins une des formations des couches de la plaquette donneuse (10) est réalisée par croissance de couche.

15 69. Procédé de réalisation d'une plaquette donneuse (10) selon l'une des revendications 48 à 68, caractérisé en ce qu'il est suivi par la mise en œuvre d'un procédé de prélèvement de couche utile.

70. Procédé de prélèvement de couche utile sur une plaquette donneuse (10) pour être transférée sur un substrat récepteur (6), caractérisé en ce qu'il comprend :

- 20 (a) un collage de la plaquette donneuse (10) avec le substrat récepteur (6) du côté de la couche utile à prélever ;
- (b) un détachement de la couche utile de la plaquette donneuse (10) ayant lieu du côté de la plaquette donneuse opposé au substrat (1) ;
- (c) un recyclage de la plaquette donneuse (10) conformément au procédé de recyclage selon l'une des revendications 1 à 47.

25

71. Procédé de prélèvement de couche utile sur une plaquette donneuse (10) pour être transférée sur un substrat récepteur (6), caractérisé en ce que la plaquette donneuse (10) comprend une couche de protection (3) et que le procédé comprend :

- 30 (a) un collage de la plaquette donneuse (10) avec le substrat récepteur (6) du côté de la couche utile à prélever ;

71. Procédé de prélèvement de couche utile selon l'une des deux revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il comprend, avant l'étape (a), une formation d'une couche de collage.

5 72. Procédé de prélèvement de couche utile selon l'une des trois revendications précédentes, caractérisé en ce que :

– il comprend en outre, avant l'étape (a), une formation d'une zone de fragilisation située du côté de la plaquette donneuse opposé au substrat (1) ; et en ce que :

10 – l'étape (b) est mise en œuvre par un apport d'énergie au niveau de la zone de fragilisation pour détacher de la plaquette donneuse (10) une structure comprenant la couche utile.

73. Procédé de prélèvement de couche utile selon la revendication précédente, caractérisé en ce que la formation de la zone de fragilisation est réalisée par
15 implantation d'espèces atomiques.

74. Procédé de prélèvement de couche utile selon la revendication précédente, caractérisé en ce que les espèces atomiques implantées comprennent au moins en partie
20 de l'hydrogène.

75. Procédé de prélèvement de couche utile selon la revendication 72, caractérisé en ce que la formation de la zone de fragilisation est réalisée par porosification d'une couche.

76. Procédé de prélèvement de couche utile selon l'une des revendications 69 à 75,
25 caractérisé en ce qu'il comprend, après l'étape (b), une étape de finition de la surface de la couche utile au niveau de laquelle a eu lieu le détachement.

72. Procédé de prélèvement de couche utile selon l'une des deux revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il comprend, avant l'étape (a), une formation d'une couche de collage.

5

73. Procédé de prélèvement de couche utile selon l'une des trois revendications précédentes, caractérisé en ce que :

- il comprend en outre, avant l'étape (a), une formation d'une zone de fragilisation située du côté de la plaquette donneuse opposé au substrat (1) ; et en ce que :
- 10 – l'étape (b) est mise en œuvre par un apport d'énergie au niveau de la zone de fragilisation pour détacher de la plaquette donneuse (10) une structure comprenant la couche utile.

15

74. Procédé de prélèvement de couche utile selon la revendication précédente, caractérisé en ce que la formation de la zone de fragilisation est réalisée par implantation d'espèces atomiques.

20

75. Procédé de prélèvement de couche utile selon la revendication précédente, caractérisé en ce que les espèces atomiques implantées comprennent au moins en partie de l'hydrogène.

76. Procédé de prélèvement de couche utile selon la revendication 73, caractérisé en ce que la formation de la zone de fragilisation est réalisée par porosification d'une couche.

25

77. Procédé de prélèvement de couche utile selon l'une des revendications 70 à 76, caractérisé en ce qu'il comprend, après l'étape (b), une étape de finition de la surface de la couche utile au niveau de laquelle a eu lieu le détachement.

- (b) un détachement de la couche utile de la plaquette donneuse (10) ayant lieu du côté de la couche utile à prélever par rapport à la couche de protection (3) ;
- (c) un recyclage de la plaquette donneuse (10) conformément au procédé de recyclage selon l'une des revendications 21 à 47.

5

72. Procédé de prélèvement de couche utile selon l'une des deux revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il comprend, avant l'étape (a), une formation d'une couche de collage.

10 73. Procédé de prélèvement de couche utile selon l'une des trois revendications précédentes, caractérisé en ce que :

- il comprend en outre, avant l'étape (a), une formation d'une zone de fragilisation située du côté de la plaquette donneuse opposé au substrat (1) ; et en ce que :

15 – l'étape (b) est mise en œuvre par un apport d'énergie au niveau de la zone de fragilisation pour détacher de la plaquette donneuse (10) une structure comprenant la couche utile.

20 74. Procédé de prélèvement de couche utile selon la revendication précédente, caractérisé en ce que la formation de la zone de fragilisation est réalisée par implantation d'espèces atomiques.

25 75. Procédé de prélèvement de couche utile selon la revendication précédente, caractérisé en ce que les espèces atomiques implantées comprennent au moins en partie de l'hydrogène.

76. Procédé de prélèvement de couche utile selon la revendication 73, caractérisé en ce que la formation de la zone de fragilisation est réalisée par porosification d'une couche.

77. Procédé de prélèvement de couche utile selon l'une des revendications 69 à 76, caractérisé en ce que la couche utile détachée lors de l'étape (b) comprend une partie de la structure tampon I.
- 5 78. Procédé de prélèvement de couche utile selon l'une des revendications 69 à 77, caractérisé en ce que la plaquette donneuse (10) comprend avant prélèvement une surcouche (5) située du côté opposé au substrat (1), et en ce que la couche utile détachée lors de l'étape (b) comprend au moins une partie d'e la surcouche (5).
- 10 79. Procédé de prélèvement de couche utile selon l'une des revendications 69 à 78, caractérisé en ce qu'il est suivi d'un procédé de recyclage selon l'une des revendications 1 à 46.
80. Procédé de prélèvement de couche utile selon l'une des revendications 69 à 79, caractérisé en ce qu'il est précédé d'un procédé de recyclage selon l'une des revendications 1 à 46.
- 15 81. Procédé de prélèvement de couche utile selon l'une des revendications 69 à 79, caractérisé en ce qu'il est précédé d'un procédé de réalisation d'une plaquette donneuse (10) selon l'une des revendications 47 à 67.
- 20 82. Procédé de prélèvement cyclique de couche utile à partir d'une plaquette donneuse (10), caractérisé en ce qu'il comprend des étapes de prélèvement de couche utile, chacune de ces étapes étant conforme au procédé selon l'une des revendications 69 à 78, et des étapes de recyclage de la plaquette donneuse (10), chacune de ces étapes étant conforme au procédé selon l'une des revendications 1 à 45, une étape de prélèvement alternant avec une étape de recyclage.
- 25 83. Procédé de prélèvement cyclique de couche utile à partir d'une plaquette donneuse (10), caractérisé en ce qu'il comprend, avant l'alternance des étapes de prélèvement et
- 30

78. Procédé de prélèvement de couche utile selon l'une des revendications 70 à 77, caractérisé en ce que la couche utile détachée lors de l'étape (b) comprend une partie de la structure tampon I.
- 5 79. Procédé de prélèvement de couche utile selon l'une des revendications 70 à 78, caractérisé en ce que la plaquette donneuse (10) comprend avant prélèvement une surcouche (5) située du côté opposé au substrat (1), et en ce que la couche utile détachée lors de l'étape (b) comprend au moins une partie d'e la surcouche (5).
- 10 80. Procédé de prélèvement de couche utile selon l'une des revendications 70 à 79, caractérisé en ce qu'il est suivi d'un procédé de recyclage selon l'une des revendications 1 à 47.
- 15 81. Procédé de prélèvement de couche utile selon l'une des revendications 70 à 80, caractérisé en ce qu'il est précédé d'un procédé de recyclage selon l'une des revendications 1 à 47.
- 20 82. Procédé de prélèvement de couche utile selon l'une des revendications 70 à 80, caractérisé en ce qu'il est précédé d'un procédé de réalisation d'une plaquette donneuse (10) selon l'une des revendications 48 à 68.
- 25 83. Procédé de prélèvement cyclique de couche utile à partir d'une plaquette donneuse (10), caractérisé en ce qu'il comprend des étapes de prélèvement de couche utile, chacune de ces étapes étant conforme au procédé selon l'une des revendications 70 à 79, et des étapes de recyclage de la plaquette donneuse (10), chacune de ces étapes étant conforme au procédé selon l'une des revendications 1 à 46, une étape de prélèvement alternant avec une étape de recyclage.
- 30 84. Procédé de prélèvement cyclique de couche utile à partir d'une plaquette donneuse (10), caractérisé en ce qu'il comprend, avant l'alternance des étapes de prélèvement et

77. Procédé de prélèvement de couche utile selon l'une des revendications 70 à 76, caractérisé en ce qu'il comprend, après l'étape (b), une étape de finition de la surface de la couche utile au niveau de laquelle a eu lieu le détachement.
- 5 78. Procédé de prélèvement de couche utile selon l'une des revendications 70 à 77, caractérisé en ce que la couche utile détachée lors de l'étape (b) comprend une partie de la structure tampon I.
79. Procédé de prélèvement de couche utile selon l'une des revendications 70 à 78, caractérisé en ce que la plaquette donneuse (10) comprend avant prélèvement une surcouche (5) située du côté opposé au substrat (1), et en ce que la couche utile détachée lors de l'étape (b) comprend au moins une partie d'e la surcouche (5).
- 10
80. Procédé de prélèvement de couche utile selon l'une des revendications 70 à 79, caractérisé en ce qu'il est précédé d'un procédé de recyclage selon l'une des revendications 1 à 47.
- 15
81. Procédé de prélèvement de couche utile selon l'une des revendications 70 à 79, caractérisé en ce qu'il est précédé d'un procédé de réalisation d'une plaquette donneuse (10) selon l'une des revendications 48 à 68.
- 20
82. Procédé de prélèvement cyclique de couche utile à partir d'une plaquette donneuse (10), caractérisé en ce qu'il comprend plusieurs étapes de prélèvement de couche utile, chacune de ces étapes étant conforme au procédé de prélèvement selon l'une des revendications 70 à 79.
- 25
83. Procédé de prélèvement cyclique de couche utile à partir d'une plaquette donneuse (10), caractérisé en ce qu'il comprend, avant la mise en oeuvre des étapes de prélèvement, une étape de réalisation de la plaquette donneuse (10) conformément à un procédé de réalisation d'une plaquette donneuse selon la revendication 69.
- 30

des étapes de recyclage, une étape de réalisation de la plaquette donneuse (10) selon la revendication 68.

5 84. Application d'un procédé de prélèvement cyclique selon l'une des deux revendications précédentes ou d'un procédé de prélèvement selon l'une des revendications 69 à 81, à la réalisation de structure comprenant le substrat récepteur (6) et la couche utile, la couche utile comprenant au moins un des matériaux suivants :

du SiGe, du Si, un alliage appartenant à la famille III-V dont la composition est respectivement choisie parmi les combinaisons (Al,Ga,In)-(N,P,As).

10

85. Application d'un procédé de prélèvement cyclique selon l'une des revendications 82 et 83 ou d'un procédé de prélèvement selon l'une des revendications 69 à 81, à la réalisation de structures semiconducteur sur isolant, la structure comprenant le substrat récepteur (6) et la couche utile, la couche utile étant au moins une partie de l'épaisseur
15 semiconductrice de la structure.

20

86. Plaquette donneuse (10) ayant fourni une couche utile par prélèvement et apte à être recyclée selon l'une des revendications 1 à 46, caractérisée en ce qu'elle comprend successivement un substrat (1), et une partie restante de la structure tampon (I).

87. Plaquette donneuse (10) ayant fourni une couche utile par prélèvement selon la revendication précédente, caractérisée en ce que la structure tampon d'origine (I) (avant prélèvement) comprend une couche tampon d'origine (2) et une couche additionnelle d'origine (4), la couche additionnelle d'origine (4) ayant :

25

- une épaisseur suffisamment importante pour confiner des défauts ; et/ou
- un paramètre de maille en surface sensiblement différent de celui du substrat (1) ;

et en ce que la partie restante de la structure tampon (I) est au moins une partie de la couche tampon d'origine (2).

des étapes de recyclage, une étape de réalisation de la plaquette donneuse (10) selon la revendication 69.

5 85. Application d'un procédé de prélèvement cyclique selon l'une des deux revendications précédentes ou d'un procédé de prélèvement selon l'une des revendications 70 à 82, à la réalisation de structure comprenant le substrat récepteur (6) et la couche utile, la couche utile comprenant au moins un des matériaux suivants :

du SiGe, du Si, un alliage appartenant à la famille III-V dont la composition est respectivement choisie parmi les combinaisons possibles (Al,Ga,In)-(N,P,As).

10

86. Application d'un procédé de prélèvement cyclique selon l'une des revendications 83 et 84 ou d'un procédé de prélèvement selon l'une des revendications 70 à 82, à la réalisation de structures semiconducteur sur isolant, la structure comprenant le substrat récepteur (6) et la couche utile, la couche utile étant au moins une partie de l'épaisseur
15 semiconductrice de la structure.

20

87. Plaquette donneuse (10) ayant fourni une couche utile par prélèvement et apte à être recyclée selon l'une des revendications 1 à 47, caractérisée en ce qu'elle comprend successivement un substrat (1), et une partie restante de la structure tampon (I).

88. Plaquette donneuse (10) ayant fourni une couche utile par prélèvement selon la revendication précédente, caractérisée en ce que la structure tampon d'origine (I) (avant prélèvement) comprend une couche tampon d'origine (2) et une couche additionnelle d'origine (4), la couche additionnelle d'origine (4) ayant :

- 25
- une épaisseur suffisamment importante pour confiner des défauts ; et/ou
 - un paramètre de maille en surface sensiblement différent de celui du substrat (1) ;

et en ce que la partie restante de la structure tampon (I) est au moins une partie de la couche tampon d'origine (2).

84. Application d'un procédé de prélèvement cyclique selon l'une des deux revendications précédentes ou d'un procédé de prélèvement selon l'une des revendications 70 à 81, à la réalisation de structure comprenant le substrat récepteur (6) et la couche utile, la couche utile comprenant au moins un des matériaux suivants : du SiGe, du Si, un alliage appartenant à la famille III-V dont la composition est respectivement choisie parmi les combinaisons possibles (Al,Ga,In)-(N,P,As).

85. Application d'un procédé de prélèvement cyclique selon l'une des revendications 82 et 83 ou d'un procédé de prélèvement selon l'une des revendications 70 à 81, à la réalisation de structures semiconducteur sur isolant, la structure comprenant le substrat récepteur (6) et la couche utile, la couche utile étant au moins une partie de l'épaisseur semiconductrice de la structure.

86. Plaquette donneuse (10) ayant fourni une couche utile par prélèvement et apte à être recyclée conformément au procédé de recyclage selon l'une des revendications 1 à 47, caractérisée en ce qu'elle comprend successivement un substrat (1), et une partie restante de la structure tampon (I).

87. Plaquette donneuse (10) ayant fourni une couche utile par prélèvement selon la revendication précédente, caractérisée en ce que la structure tampon d'origine (I) (avant prélèvement) comprend une couche tampon d'origine (2) et une couche additionnelle d'origine (4), la couche additionnelle d'origine (4) ayant :

- une épaisseur suffisamment importante pour confiner des défauts ; et/ou
- un paramètre de maille en surface sensiblement différent de celui du substrat (1) ;

et en ce que la partie restante de la structure tampon (I) est au moins une partie de la couche tampon d'origine (2).

88. Plaquette donneuse (10) ayant fourni une couche utile par prélèvement selon la revendication 86, caractérisée en ce que la structure tampon d'origine (I) (avant prélèvement) comprend une couche tampon d'origine (2) et une couche additionnelle d'origine (4), la couche additionnelle d'origine (4) ayant :

- une épaisseur suffisamment importante pour confiner des défauts ; et/ou
- un paramètre de maille en surface sensiblement différent de celui du substrat (1) ;

et en ce que la partie restante de la structure tampon (I) est la couche tampon d'origine (2) et une partie de la couche additionnelle d'origine (4).

89. Plaquette donneuse (10) ayant fourni une couche utile par prélèvement et apte à être recyclée selon l'une des revendications 1 à 46, caractérisée en ce qu'elle comprend successivement un substrat (1), une structure tampon (I) et une partie d'une surcouche (5), l'autre partie ayant été prélevée lors du prélèvement.

90. Plaquette donneuse (10) ayant fourni une couche utile par prélèvement et apte à être recyclée selon l'une des revendications 1 à 46, caractérisée en ce qu'elle comprend successivement un substrat (1), une structure tampon (I), une couche intermédiaire (8) et une partie d'une surcouche (5), l'autre partie ayant été prélevée lors du prélèvement.

91. Plaquette donneuse (10) recyclée selon l'une des revendications 1 à 46, caractérisée en ce qu'elle comprend successivement un substrat (1) et une structure tampon (I).

92. Plaquette donneuse (10) recyclée selon l'une des revendications 1 à 46, caractérisée en ce qu'elle comprend successivement un substrat (1), une structure tampon (I) et une surcouche (5).

89. Plaquette donneuse (10) ayant fourni une couche utile par prélèvement selon la revendication 87, caractérisée en ce que la structure tampon d'origine (I) (avant prélèvement) comprend une couche tampon d'origine (2) et une couche additionnelle d'origine (4), la couche additionnelle d'origine (4) ayant :

- une épaisseur suffisamment importante pour confiner des défauts ; et/ou
- un paramètre de maille en surface sensiblement différent de celui du substrat (1) ;

et en ce que la partie restante de la structure tampon (I) est la couche tampon d'origine (2) et une partie de la couche additionnelle d'origine (4).

90. Plaquette donneuse (10) ayant fourni une couche utile par prélèvement et apte à être recyclée selon l'une des revendications 1 à 47, caractérisée en ce qu'elle comprend successivement un substrat (1), une structure tampon (I) et une partie d'une surcouche (5), l'autre partie ayant été prélevée lors du prélèvement.

91. Plaquette donneuse (10) ayant fourni une couche utile par prélèvement et apte à être recyclée selon l'une des revendications 1 à 47, caractérisée en ce qu'elle comprend successivement un substrat (1), une structure tampon (I), une couche intermédiaire (8) et une partie d'une surcouche (5), l'autre partie ayant été prélevée lors du prélèvement.

92. Plaquette donneuse (10) recyclée selon l'une des revendications 1 à 47, caractérisée en ce qu'elle comprend successivement un substrat (1) et une structure tampon (I).

93. Plaquette donneuse (10) recyclée selon l'une des revendications 1 à 47, caractérisée en ce qu'elle comprend successivement un substrat (1), une structure tampon (I) et une surcouche (5).

88. Plaquette donneuse (10) ayant fourni une couche utile par prélèvement selon la revendication 86, caractérisée en ce que la structure tampon d'origine (I) (avant prélèvement) comprend une couche tampon d'origine (2) et une couche additionnelle d'origine (4), la couche additionnelle d'origine (4) ayant :

- 5 • une épaisseur suffisamment importante pour confiner des défauts ; et/ou
- un paramètre de maille en surface sensiblement différent de celui du substrat (1) ;

et en ce que la partie restante de la structure tampon (I) est la couche tampon d'origine (2) et une partie de la couche additionnelle d'origine (4).

10

89. Plaquette donneuse (10) ayant fourni une couche utile par prélèvement et apte à être recyclée conformément au procédé de recyclage selon l'une des revendications 1 à 47, caractérisée en ce qu'elle comprend successivement un substrat (1), une structure tampon (I) et une partie d'une surcouche (5), l'autre partie ayant été prélevée lors du

15

90. Plaquette donneuse (10) ayant fourni une couche utile par prélèvement et apte à être recyclée conformément au procédé de recyclage selon l'une des revendications 1 à 47, caractérisée en ce qu'elle comprend successivement un substrat (1), une structure

20

tampon (I), une couche intermédiaire (8) et une partie d'une surcouche (5), l'autre partie ayant été prélevée lors du prélèvement.

91. Plaquette donneuse (10) recyclée conformément au procédé de recyclage selon l'une des revendications 1 à 47, caractérisée en ce qu'elle comprend successivement un

25

substrat (1) et une structure tampon (I).

92. Plaquette donneuse (10) recyclée conformément au procédé de recyclage selon l'une des revendications 1 à 47, caractérisée en ce qu'elle comprend successivement un substrat (1), une structure tampon (I) et une surcouche (5).

93. Plaquette donneuse (10) recyclée selon l'une des revendications 1 à 46, caractérisée en ce qu'elle comprend successivement un substrat (1), une structure tampon (I), une couche intermédiaire (8) et une surcouche (5).

5 94. Plaquette donneuse (10) selon l'une des revendications 86 à 93, caractérisée en ce que la structure tampon I a une composition qui comprend un alliage atomique suivant appartenant à une des familles d'alliages atomiques suivantes :

- famille IV-IV ;
- famille III-V ;
- 10 • famille II-VI ;

cet alliage étant de type binaire, ternaire, quaternaire ou de degré supérieur.

95. Plaquette donneuse (10) selon l'une des revendications 86 à 93, caractérisée en ce qu'elle comprend :

- 15 – dans une première configuration :
 - ✓ un substrat (1) constitué de Si ;
 - ✓ une structure tampon (I) comprenant une couche tampon (2) en SiGe avec une concentration de Ge croissant en épaisseur et une couche (4) en SiGe relaxé par la couche tampon (2) ; ou
- 20 – dans une deuxième configuration : les mêmes couches et les mêmes matériaux que ceux de la première configuration, avec la couche tampon (2) ayant une concentration de Ge croissant en épaisseur entre environ 0 % et environ 100 % et avec la couche (4) en SiGe relaxé par la couche tampon (2) ayant une concentration en Si sensiblement nulle ; ou
- 25 – dans une troisième configuration :
 - ✓ un substrat (1) comprenant de l'AsGa au niveau de son interface avec la structure tampon (I) ;
 - ✓ une structure tampon (I) comprenant une couche tampon (2) comprenant alliage atomique appartenant à la famille III-V de type ternaire ou de degré

94. Plaquette donneuse (10) recyclée selon l'une des revendications 1 à 47, caractérisée en ce qu'elle comprend successivement un substrat (1), une structure tampon (I), une couche intermédiaire (8) et une surcouche (5).

5 95. Plaquette donneuse (10) selon l'une des revendications 87 à 94, caractérisée en ce que la structure tampon (I) a une composition qui comprend un alliage atomique suivant appartenant à une des familles d'alliages atomiques suivantes :

- famille IV-IV ;
- famille III-V ;
- 10 • famille II-VI ;

cet alliage étant de type binaire, ternaire, quaternaire ou de degré supérieur.

96. Plaquette donneuse (10) selon l'une des revendications 87 à 94, caractérisée en ce qu'elle comprend :

- 15 – dans une première configuration :
 - ✓ un substrat (1) constitué de Si ;
 - ✓ une structure tampon (I) comprenant une couche tampon (2) en SiGe avec une concentration de Ge croissant en épaisseur et une couche (4) en SiGe relaxé par la couche tampon (2) ; ou
- 20 – dans une deuxième configuration : les mêmes couches et les mêmes matériaux que ceux de la première configuration, avec la couche tampon (2) ayant une concentration de Ge croissant en épaisseur entre environ 0 % et environ 100 % et avec la couche (4) en SiGe relaxé par la couche tampon (2) ayant une concentration en Si sensiblement nulle ; ou
- 25 – dans une troisième configuration :
 - ✓ un substrat (1) comprenant de l'AsGa au niveau de son interface avec la structure tampon (I) ;
 - ✓ une structure tampon (I) comprenant une couche tampon (2) comprenant un alliage atomique appartenant à la famille III-V de type ternaire ou de degré

93. Plaquette donneuse (10) recyclée conformément au procédé de recyclage selon l'une des revendications 1 à 47, caractérisée en ce qu'elle comprend successivement un substrat (1), une structure tampon (I), une couche intermédiaire (8) et une surcouche (5).

5

94. Plaquette donneuse (10) selon l'une des revendications 86 à 93, caractérisée en ce que la structure tampon (I) a une composition qui comprend un alliage atomique suivant appartenant à une des familles d'alliages atomiques suivantes :

- famille IV-IV ;
- 10 ◦ famille III-V ;
- famille II-VI ;

cet alliage étant de type binaire, ternaire, quaternaire ou de degré supérieur.

95. Plaquette donneuse (10) selon l'une des revendications 86 à 93, caractérisée en ce qu'elle comprend :

15

- dans une première configuration :
 - ✓ un substrat (1) constitué de Si ;
 - ✓ une structure tampon (I) comprenant une couche tampon (2) en SiGe avec une concentration de Ge croissant en épaisseur et une couche (4) en SiGe
 - 20 relaxé par la couche tampon (2) ; ou
- dans une deuxième configuration : les mêmes couches et les mêmes matériaux que ceux de la première configuration, avec la couche tampon (2) ayant une concentration de Ge croissant en épaisseur entre environ 0 % et environ 100 % et avec la couche (4) en SiGe relaxé par la couche tampon (2) ayant une
- 25 concentration en Si sensiblement nulle ; ou
- dans une troisième configuration :
 - ✓ un substrat (1) comprenant de l'AsGa au niveau de son interface avec la structure tampon (I) ;

supérieur, dont la composition est respectivement choisie parmi les combinaisons possibles (Al,Ga,In)-(N,P,As), et au moins deux éléments choisis parmi la famille III ou au moins deux éléments choisis parmi famille V, ces deux éléments ayant une concentration évoluant graduellement dans l'épaisseur de la couche tampon (2) ; ou

- dans une quatrième configuration : les mêmes couches et les mêmes matériaux que ceux de la deuxième configuration, avec une structure tampon (I) ayant en outre, au voisinage de la face opposée à son interface avec le substrat (1), un paramètre de maille voisin de celui de l'InP.

96. Plaquette donneuse (10) selon la revendication précédente combinée avec la revendication 89, 90, 92 ou 93, caractérisée en ce que la surcouche (5) comprend :

- dans la première configuration, du SiGe et/ou du Si contraint ;
- dans la deuxième configuration, de l'AsGa et/ou du Ge ;
- dans la troisième configuration, un alliage appartenant à la famille III-V ;
- dans la quatrième configuration, de l'InP.

97. Plaquette donneuse (10) selon la revendication 95 ou 96 combinée avec la revendication 90 ou 93, caractérisée en ce que la couche intermédiaire (8) comprend :

- dans la première configuration de la plaquette donneuse (10), du SiGe et/ou du Si contraint ;
- dans la deuxième configuration de la plaquette donneuse (10), de l'AsGa et/ou du Ge ;
- dans la troisième configuration de la plaquette donneuse (10), un alliage appartenant à la famille III-V ;
- dans la quatrième configuration de la plaquette donneuse (10), de l'InP et/ou un matériau III-V de paramètre de maille sensiblement identique à celui de l'InP.

supérieur, dont la composition est respectivement choisie parmi les combinaisons possibles (Al,Ga,In)-(N,P,As), et au moins deux éléments choisis parmi la famille III ou au moins deux éléments choisis parmi la famille V, ces deux éléments ayant une concentration évoluant
5 graduellement dans l'épaisseur de la couche tampon (2) ; ou

- dans une quatrième configuration : les mêmes couches et les mêmes matériaux que ceux de la troisième configuration, avec une structure tampon (1) ayant en outre, au voisinage de la face opposée à son interface avec le substrat (1), un paramètre de maille voisin de celui de l'InP.

10

97. Plaquette donneuse (10) selon la revendication précédente combinée avec la revendication 90, 91, 93 ou 94, caractérisée en ce que la surcouche (5) comprend :

- dans la première configuration, du SiGe et/ou du Si contraint ;
- dans la deuxième configuration, de l'AsGa et/ou du Ge ;
- 15 - dans la troisième configuration, un alliage appartenant à la famille III-V ;
- dans la quatrième configuration, de l'InP.

98. Plaquette donneuse (10) selon la revendication 96 ou 97 combinée avec la revendication 91 ou 94, caractérisée en ce que la couche intermédiaire (8) comprend :

- 20 - dans la première configuration de la plaquette donneuse (10), du SiGe et/ou du Si contraint ;
- dans la deuxième configuration de la plaquette donneuse (10), de l'AsGa et/ou du Ge ;
- dans la troisième configuration de la plaquette donneuse (10), un alliage
- 25 appartenant à la famille III-V ;
- dans la quatrième configuration de la plaquette donneuse (10), de l'InP et/ou un matériau III-V de paramètre de maille sensiblement identique à celui de l'InP.

- 5 ✓ une structure tampon (I) comprenant une couche tampon (2) comprenant un alliage atomique appartenant à la famille III-V de type ternaire ou de degré supérieur, dont la composition est respectivement choisie parmi les combinaisons possibles (Al,Ga,In)-(N,P,As), et au moins deux éléments choisis parmi la famille III ou au moins deux éléments choisis parmi la famille V, ces deux éléments ayant une concentration évoluant graduellement dans l'épaisseur de la couche tampon (2) ; ou
- 10 – dans une quatrième configuration : les mêmes couches et les mêmes matériaux que ceux de la troisième configuration, avec une structure tampon (I) ayant en outre, au voisinage de la face opposée à son interface avec le substrat (1), un paramètre de maille voisin de celui de l'InP.

96. Plaquette donneuse (10) selon la revendication précédente combinée avec la revendication 89,90, 92 ou 93, caractérisée en ce que la surcouche (5) comprend :

- 15 – dans la première configuration, du SiGe et/ou du Si contraint ;
- dans la deuxième configuration, de l'AsGa et/ou du Ge ;
- dans la troisième configuration, un alliage appartenant à la famille III-V ;
- dans la quatrième configuration, de l'InP.

20 97. Plaquette donneuse (10) selon la revendication 95 ou 96 combinée avec la revendication 91 ou 94, caractérisée en ce que la couche intermédiaire (8) comprend :

- dans la première configuration de la plaquette donneuse (10), du SiGe et/ou du Si contraint ;
- dans la deuxième configuration de la plaquette donneuse (10), de l'AsGa et/ou
- 25 du Ge ;
- dans la troisième configuration de la plaquette donneuse (10), un alliage appartenant à la famille III-V ;
- dans la quatrième configuration de la plaquette donneuse (10), de l'InP et/ou un matériau III-V de paramètre de maille sensiblement identique à celui de l'InP.

98. Plaquette donneuse (10) selon l'une des revendications 86 à 97, caractérisée en ce qu'elle comprend une couche étant au moins en partie dopée avec au moins un élément atomique de sorte qu'une sélectivité d'une gravure chimique entre le matériau dopé de la couche et le matériau d'au moins une des deux zones adjacentes à cette couche soit
5 obtenue par la présence de l'élément de dopage.

99. Plaquette donneuse (10) selon l'une des revendications 86 à 98 et recyclable selon l'une des revendications 21 à 46, caractérisée en ce qu'elle comprend en outre une couche de protection (3) présente dans la partie de la plaquette donneuse (10) située du
10 côté de la structure tampon (I) par rapport à l'interface de cette dernière avec le substrat (1); le matériau de la couche de protection (3) étant choisi parmi les matériaux cristallins pour protéger d'au moins une attaque de matière mise en œuvre lors du recyclage la partie de la plaquette donneuse (10) qui lui est sous-jacente et qui comprend au moins une partie de la structure tampon (I).

15

100. Plaquette donneuse (10) selon la revendication précédente, caractérisée en ce que la couche de protection (3) est dans la structure tampon (I).

20

101. Plaquette donneuse (10) selon la revendication précédente, caractérisée en ce que la structure tampon (I) avant prélèvement comprend une couche tampon (2) et une couche additionnelle (4), la couche additionnelle (4) ayant :

- une épaisseur suffisamment importante pour confiner des défauts ; et/ou
- un paramètre de maille en surface sensiblement différent de celui du substrat (1) ;

25 et en ce que la couche de protection (3) est située :

- dans la couche tampon (2) ; ou
- entre la couche tampon (2) et la couche additionnelle (4) ; ou
- dans la couche additionnelle (4).

99. Plaquette donneuse (10) selon l'une des revendications 87 à 98, caractérisée en ce qu'elle comprend une couche étant au moins en partie dopée avec au moins un élément atomique de sorte qu'une sélectivité d'une gravure chimique entre le matériau dopé de la couche et le matériau d'au moins une des deux zones adjacentes à cette couche soit
5 obtenue par la présence de l'élément de dopage.

100. Plaquette donneuse (10) selon l'une des revendications 87 à 99 et recyclable selon l'une des revendications 21 à 47, caractérisée en ce qu'elle comprend en outre une couche de protection (3) présente dans la partie de la plaquette donneuse (10) située du
10 côté de la structure tampon (I) par rapport à l'interface de cette dernière avec le substrat (1); le matériau de la couche de protection (3) étant choisi parmi les matériaux cristallins pour protéger d'au moins une attaque de matière mise en œuvre lors du recyclage la partie de la plaquette donneuse (10) qui lui est sous-jacente et qui comprend au moins une partie de la structure tampon (I).

15

101. Plaquette donneuse (10) selon la revendication précédente, caractérisée en ce que la couche de protection (3) est dans la structure tampon (I).

102. Plaquette donneuse (10) selon la revendication précédente, caractérisée en ce
20 que la structure tampon (I) avant prélèvement comprend une couche tampon (2) et une couche additionnelle (4), la couche additionnelle (4) ayant :

- une épaisseur suffisamment importante pour confiner des défauts ; et/ou
- un paramètre de maille en surface sensiblement différent de celui du substrat (1) ;

25 et en ce que la couche de protection (3) est située :

- dans la couche tampon (2) ; ou
- entre la couche tampon (2) et la couche additionnelle (4) ; ou
- dans la couche additionnelle (4).

98. Plaquette donneuse (10) selon l'une des revendications 86 à 97, caractérisée en ce qu'elle comprend une couche étant au moins en partie dopée avec au moins un élément atomique de sorte qu'une sélectivité d'une gravure chimique entre le matériau dopé de la couche et le matériau d'au moins une des deux zones adjacentes à cette couche soit obtenue par la présence de l'élément de dopage.

99. Plaquette donneuse (10) selon l'une des revendications 86 à 98 et recyclable conformément au procédé de recyclage selon l'une des revendications 21 à 47, caractérisée en ce qu'elle comprend en outre une couche de protection (3) présente dans la partie de la plaquette donneuse (10) située du côté de la structure tampon (I) par rapport à l'interface de cette dernière avec le substrat (1) ; le matériau de la couche de protection (3) étant choisi parmi les matériaux cristallins pour protéger d'au moins une attaque de matière mise en œuvre lors du recyclage la partie de la plaquette donneuse (10) qui lui est sous-jacente et qui comprend au moins une partie de la structure tampon (I).

100. Plaquette donneuse (10) selon la revendication précédente, caractérisée en ce que la couche de protection (3) est dans la structure tampon (I).

20

101. Plaquette donneuse (10) selon la revendication précédente, caractérisée en ce que la structure tampon (I) avant prélèvement comprend une couche tampon (2) et une couche additionnelle (4), la couche additionnelle (4) ayant :

- une épaisseur suffisamment importante pour confiner des défauts ; et/ou
- un paramètre de maille en surface sensiblement différent de celui du substrat (1) ;

25

et en ce que la couche de protection (3) est située :

- dans la couche tampon (2) ; ou
- entre la couche tampon (2) et la couche additionnelle (4) ; ou

102. Plaquette donneuse (10) selon la revendication 99, caractérisée en ce que la couche de protection (3) est au-dessus et adjacente à la structure tampon (1).

103. Plaquette donneuse (10) selon la revendication 99 combinée avec l'une des revendications 90, 93 et 97, caractérisée en ce que la couche de protection (3) est au-dessus et adjacente à la couche intermédiaire (8).

104. Plaquette donneuse (10) selon l'une des revendications 99 à 103, caractérisée en ce que le paramètre de maille nominal du matériau de la couche de protection (3) est sensiblement différent du paramètre de maille des zones adjacentes à la couche de protection (3), et en ce que la couche de protection (3) a une épaisseur suffisamment faible pour être contrainte d'avoir un paramètre de maille voisin du paramètre de maille des zones adjacentes, de sorte que la couche de protection (3) ne perturbe sensiblement pas la structure cristallographique de ces zones adjacentes.

15

105. Plaquette donneuse (10) selon l'une des revendications 99 à 104, caractérisée en ce que le matériau de la couche de protection (3) est choisi parmi les matériaux semiconducteurs de sorte que l'enlèvement de matière sélectif à mettre en œuvre lors du procédé de recyclage entre le matériau de la couche de protection (3) et le matériau d'au moins une des deux zones adjacentes comprend une attaque mécanique sélective d'un des deux matériaux vis à vis de l'autre matériau.

20

106. Plaquette donneuse (10) selon l'une des revendications 99 à 104, caractérisée en ce que l'enlèvement de matière sélectif à mettre en œuvre lors du procédé de recyclage entre le matériau de la couche de protection (3) et le matériau d'au moins une des deux zones adjacentes comprend une gravure chimique sélective, et en ce que la sélectivité de la gravure chimique entre le matériau de la couche de protection (3) et le matériau d'au moins une des deux zones adjacentes est obtenue par le fait que :

25

- les deux matériaux sont différents ; ou

103. Plaquette donneuse (10) selon la revendication 100, caractérisée en ce que la couche de protection (3) est au-dessus et adjacente à la structure tampon (I).

104. Plaquette donneuse (10) selon la revendication 100 combinée avec l'une des
5 revendications 91, 94 et 98, caractérisée en ce que la couche de protection (3) est au-dessus et adjacente à la couche intermédiaire (8).

105. Plaquette donneuse (10) selon l'une des revendications 100 à 104, caractérisée en ce que le paramètre de maille nominal du matériau de la couche de protection (3) est
10 sensiblement différent du paramètre de maille des zones adjacentes à la couche de protection (3), et en ce que la couche de protection (3) a une épaisseur suffisamment faible pour être contrainte d'avoir un paramètre de maille voisin du paramètre de maille des zones adjacentes, de sorte que la couche de protection (3) ne perturbe sensiblement pas la structure cristallographique de ces zones adjacentes.

15 106. Plaquette donneuse (10) selon l'une des revendications 100 à 105, caractérisée en ce que le matériau de la couche de protection (3) est choisi parmi les matériaux semiconducteurs de sorte que l'enlèvement de matière sélectif à mettre en œuvre lors du procédé de recyclage entre le matériau de la couche de protection (3) et le matériau d'au
20 moins une des deux zones adjacentes comprend une attaque mécanique sélective d'un des deux matériaux vis à vis de l'autre matériau.

107. Plaquette donneuse (10) selon l'une des revendications 100 à 105 caractérisée en ce que l'enlèvement de matière sélectif à mettre en œuvre lors du procédé de recyclage
25 entre le matériau de la couche de protection (3) et le matériau d'au moins une des deux zones adjacentes comprend une gravure chimique sélective, et en ce que la sélectivité de la gravure chimique entre le matériau de la couche de protection (3) et le matériau d'au moins une des deux zones adjacentes est obtenue par le fait que :

- les deux matériaux sont différents ; ou

— dans la couche additionnelle (4).

102. Plaquette donneuse (10) selon la revendication 99, caractérisée en ce que la couche de protection (3) est au-dessus et adjacente à la structure tampon (1).

5

103. Plaquette donneuse (10) selon la revendication 99 combinée avec l'une des revendications 90, 93 et 97, caractérisée en ce que la couche de protection (3) est au-dessus et adjacente à la couche intermédiaire (8).

10 **104.** Plaquette donneuse (10) selon l'une des revendications 99 à 103 caractérisée en ce que le paramètre de maille nominal du matériau de la couche de protection (3) est sensiblement différent du paramètre de maille des zones adjacentes à la couche de protection (3), et en ce que la couche de protection (3) a une épaisseur suffisamment faible pour être contrainte d'avoir un paramètre de maille voisin du paramètre de maille
15 des zones adjacentes, de sorte que la couche de protection (3) ne perturbe sensiblement pas la structure cristallographique de ces zones adjacentes.

105. Plaquette donneuse (10) selon l'une des revendications 99 à 104, caractérisée en ce que le matériau de la couche de protection (3) est choisi parmi les matériaux
20 semiconducteurs de sorte que l'enlèvement de matière sélectif à mettre en œuvre lors du procédé de recyclage entre le matériau de la couche de protection (3) et le matériau d'au moins une des deux zones adjacentes comprend une attaque mécanique sélective d'un des deux matériaux vis à vis de l'autre matériau.

25 **106.** Plaquette donneuse (10) selon l'une des revendications 99 à 104 caractérisée en ce que l'enlèvement de matière sélectif à mettre en œuvre lors du procédé de recyclage entre le matériau de la couche de protection (3) et le matériau d'au moins une des deux zones adjacentes comprend une gravure chimique sélective, et en ce que la sélectivité de la gravure chimique entre le matériau de la couche de protection (3) et le matériau d'au
30 moins une des deux zones adjacentes est obtenue par le fait que :



- les deux matériaux contiennent des éléments atomiques sensiblement identiques, à l'exception d'au moins un élément atomique ; ou
- les deux matériaux sont sensiblement identiques, mais au moins un élément atomique dans un matériau a une concentration atomique sensiblement différente de celle du même élément atomique dans l'autre matériau ;
- deux matériaux ont des densités de porosités différentes.

107. Plaquette donneuse (10) selon la revendication précédente, caractérisée en ce que la couche de protection (3) est dopée avec au moins un élément atomique de sorte que la sélectivité de gravure chimique entre le matériau de la couche de protection (3) et le matériau d'au moins une des deux zones adjacentes à la couche de protection (3) est obtenue par la présence de l'élément de dopage dans la couche de protection (3).

108. Plaquette donneuse (10) selon la revendication 106 ou 107 combinée avec la revendication 95, 96 ou 97, caractérisée en ce que la couche de protection (3) est constituée :

- dans la première ou dans la deuxième configuration :
 - ✓ de Si contraint à avoir un paramètre de maille voisin de celui des zones adjacentes à la couche de protection (3), ou
 - ✓ de SiGe avec une concentration en Ge sensiblement différente de celles de chacune des deux zones adjacentes, de sorte à être contrainte à avoir un paramètre de maille voisin de celui des zones adjacentes à la couche de protection (3) ; ou
 - ✓ de Si ou de SiGe dopé ; ou
- dans la deuxième configuration :
 - ✓ d'AlGaAs dans l'AsGa de la surcouche (5), au cas où il y en a une ;
- dans la troisième ou dans la quatrième configuration :
 - ✓ d'InP dans la structure tampon (I) dans le cas où elle comprend de l'InGaAs ;
 - ou
- dans la quatrième configuration :



- les deux matériaux contiennent des éléments atomiques sensiblement identiques, à l'exception d'au moins un élément atomique ; ou
- les deux matériaux sont sensiblement identiques, mais au moins un élément atomique dans un matériau a une concentration atomique sensiblement différente de celle du même élément atomique dans l'autre matériau ;
- deux matériaux ont des densités de porosités différentes.

108. Plaquette donneuse (10) selon la revendication précédente, caractérisée en ce que la couche de protection (3) est dopée avec au moins un élément atomique de sorte que la sélectivité de gravure chimique entre le matériau de la couche de protection (3) et le matériau d'au moins une des deux zones adjacentes à la couche de protection (3) est obtenue par la présence de l'élément de dopage dans la couche de protection (3).

109. Plaquette donneuse (10) selon la revendication 107, caractérisée en ce que la couche de protection (3) est en matériau poreux de sorte à avoir une densité de porosités supérieure au matériau d'au moins une des deux zones adjacentes.

110. Plaquette donneuse (10) selon la revendication 106 ou 109 combinée avec la revendication 96, 97 ou 98, caractérisée en ce que la couche de protection (3) est constituée :

- dans la première ou dans la deuxième configuration :
 - ✓ de Si contraint à avoir un paramètre de maille voisin de celui des zones adjacentes à la couche de protection (3), ou
 - ✓ de SiGe avec une concentration en Ge sensiblement différente de celles de chacune des deux zones adjacentes, de sorte à être contrainte à avoir un paramètre de maille voisin de celui des zones adjacentes à la couche de protection (3) ; ou
 - ✓ de Si ou de SiGe dopé ; ou
- dans la deuxième configuration :
 - ✓ d'AlGaAs dans l'AsGa de la surcouche (5), au cas où il y en a une ;

- les deux matériaux sont différents ; ou
- les deux matériaux contiennent des éléments atomiques sensiblement identiques, à l'exception d'au moins un élément atomique ; ou
- les deux matériaux sont sensiblement identiques, mais au moins un élément atomique dans un matériau a une concentration atomique sensiblement différente de celle du même élément atomique dans l'autre matériau ;
- deux matériaux ont des densités de porosités différentes.

107. Plaquette donneuse (10) selon la revendication précédente, caractérisée en ce que la couche de protection (3) est dopée avec au moins un élément atomique de sorte que la sélectivité de gravure chimique entre le matériau de la couche de protection (3) et le matériau d'au moins une des deux zones adjacentes à la couche de protection (3) est obtenue par la présence de l'élément de dopage dans la couche de protection (3).

108. Plaquette donneuse (10) selon la revendication 106, caractérisée en ce que la couche de protection (3) est en matériau poreux de sorte à avoir une densité de porosités supérieure au matériau d'au moins une des deux zones adjacentes.

109. Plaquette donneuse (10) selon la revendication 105 ou 108 combinée avec la revendication 95, 96 ou 97, caractérisée en ce que la couche de protection (3) est constituée :

- dans la première ou dans la deuxième configuration :
 - ✓ de Si contraint à avoir un paramètre de maille voisin de celui des zones adjacentes à la couche de protection (3), ou
 - ✓ de SiGe avec une concentration en Ge sensiblement différente de celles de chacune des deux zones adjacentes, de sorte à être contrainte à avoir un paramètre de maille voisin de celui des zones adjacentes à la couche de protection (3) ; ou
 - ✓ de Si ou de SiGe dopé ; ou



✓ de InGaAsP dans l'InP de la surcouche (5), au cas où il y en a une.

109. Plaquette donneuse (10) selon l'une des revendications 86 à 108, caractérisée en ce qu'elle comprend au moins une couche comprenant en outre du carbone avec une
5 concentration de carbone dans la couche sensiblement inférieure ou égale à 50 %.

110. Plaquette donneuse (10) selon l'une des revendications 86 à 109, caractérisée en ce qu'elle comprend au moins une couche comprenant en outre du carbone avec une concentration de carbone dans la couche sensiblement inférieure ou égale à 5 %.

- dans la troisième ou dans la quatrième configuration :
 - ✓ d'InP dans la structure tampon (I) dans le cas où elle comprend de l'InGaAs ;
 - ou
 - dans la quatrième configuration :
 - ✓ de InGaAsP dans l'InP de la surcouche (5), au cas où il y en a une.
- 5

111. Plaquette donneuse (10) selon l'une des revendications 87 à 110, caractérisée en ce qu'elle comprend au moins une couche comprenant en outre du carbone avec une concentration de carbone dans la couche sensiblement inférieure ou égale à 50 %.

10

112. Plaquette donneuse (10) selon l'une des revendications 87 à 111, caractérisée en ce qu'elle comprend au moins une couche comprenant en outre du carbone avec une concentration de carbone dans la couche sensiblement inférieure ou égale à 5 %.



- dans la deuxième configuration :
 - ✓ d'AlGaAs dans l'AsGa de la surcouche (5), au cas où il y en a une ;
- dans la troisième ou dans la quatrième configuration :
 - ✓ d'InP dans la structure tampon (I) dans le cas où elle comprend de l'InGaAs ;
- 5 ou
- dans la quatrième configuration :
 - ✓ de InGaAsP dans l'InP de la surcouche (5), au cas où il y en a une.

110. Plaquette donneuse (10) selon l'une des revendications 86 à 109, caractérisée en
10 ce qu'elle comprend au moins une couche comprenant en outre du carbone avec une
concentration de carbone dans la couche sensiblement inférieure ou égale à 50 %.

111. Plaquette donneuse (10) selon l'une des revendications 86 à 110, caractérisée en
ce qu'elle comprend au moins une couche comprenant en outre du carbone avec une
15 concentration de carbone dans la couche sensiblement inférieure ou égale à 5 %.

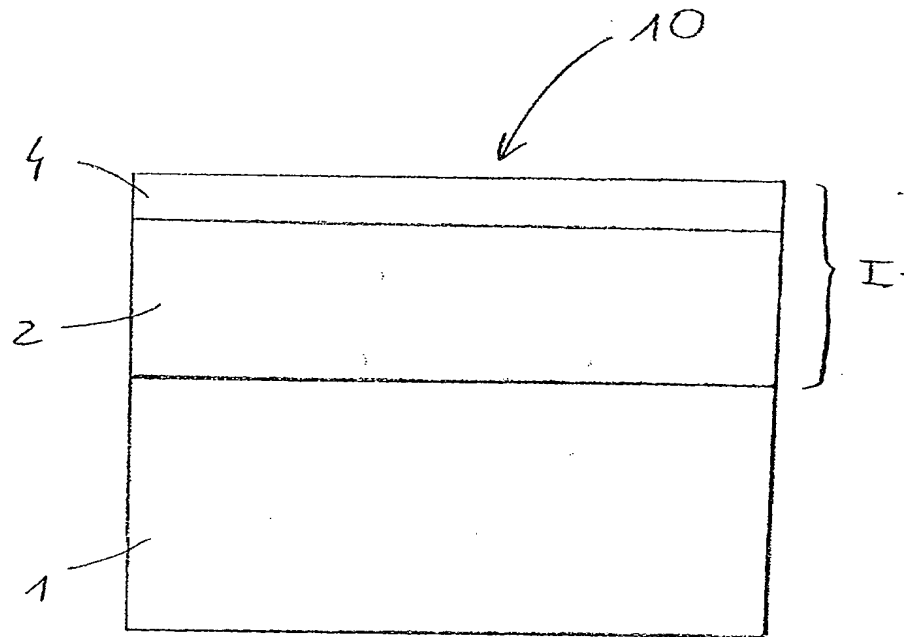


Figure 1

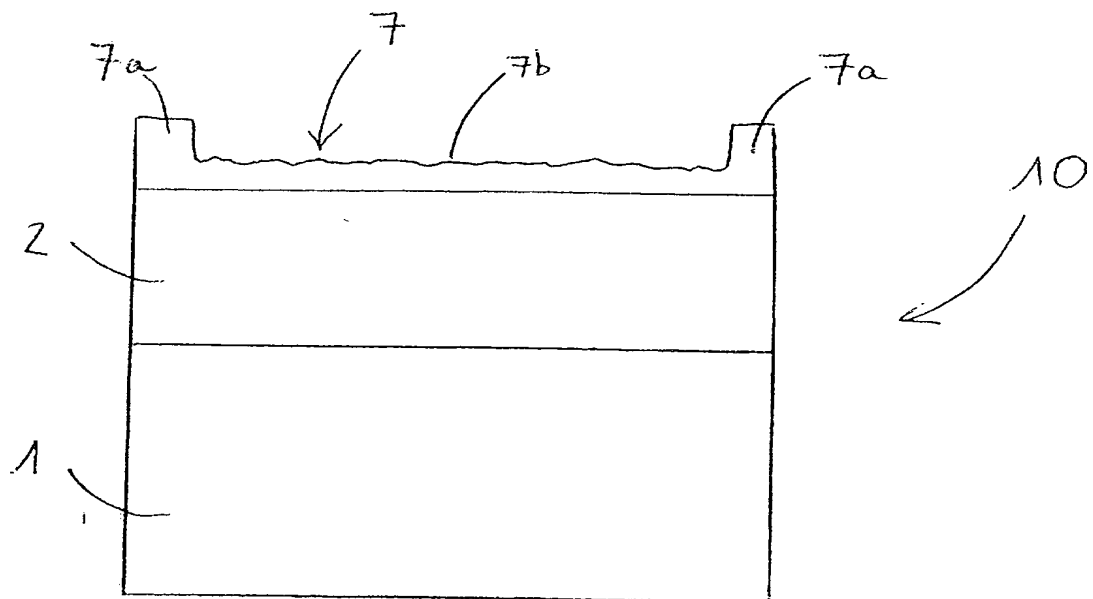


Figure 2



1 / 4

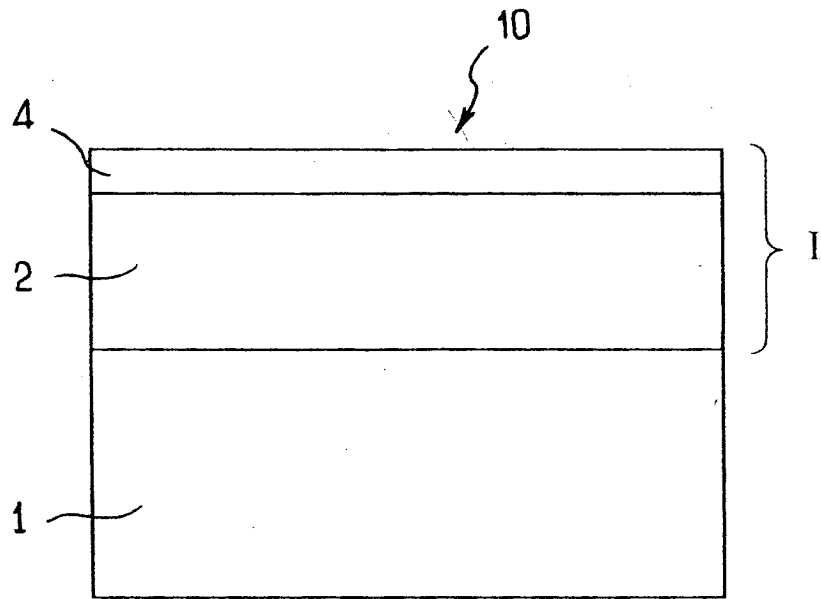


FIG.1

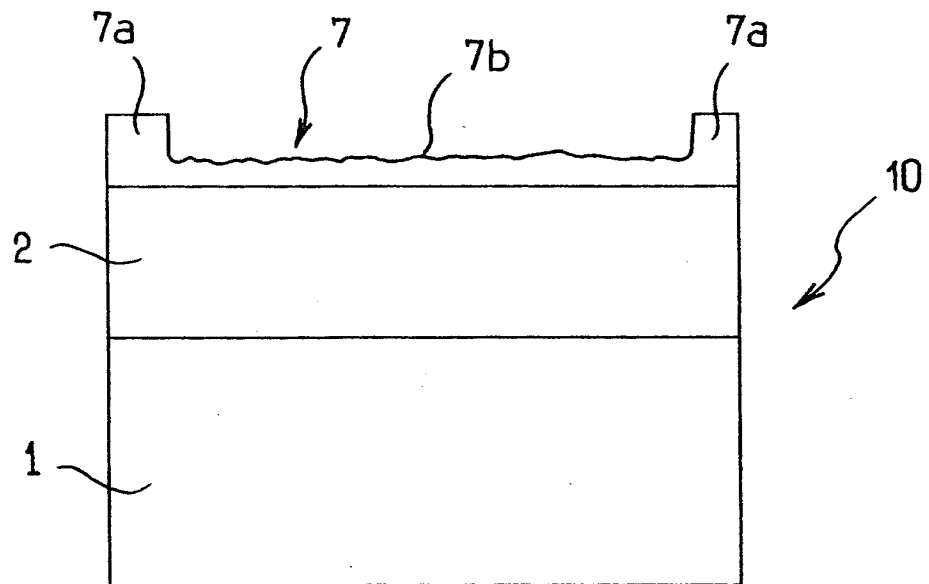


FIG.2

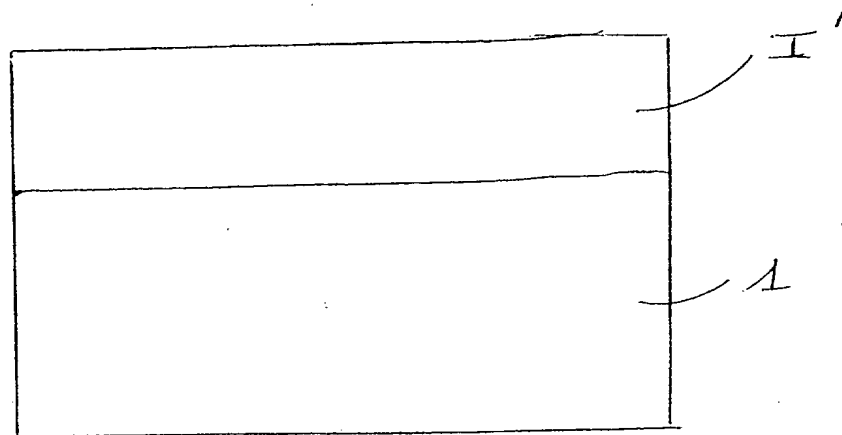


Figure 3

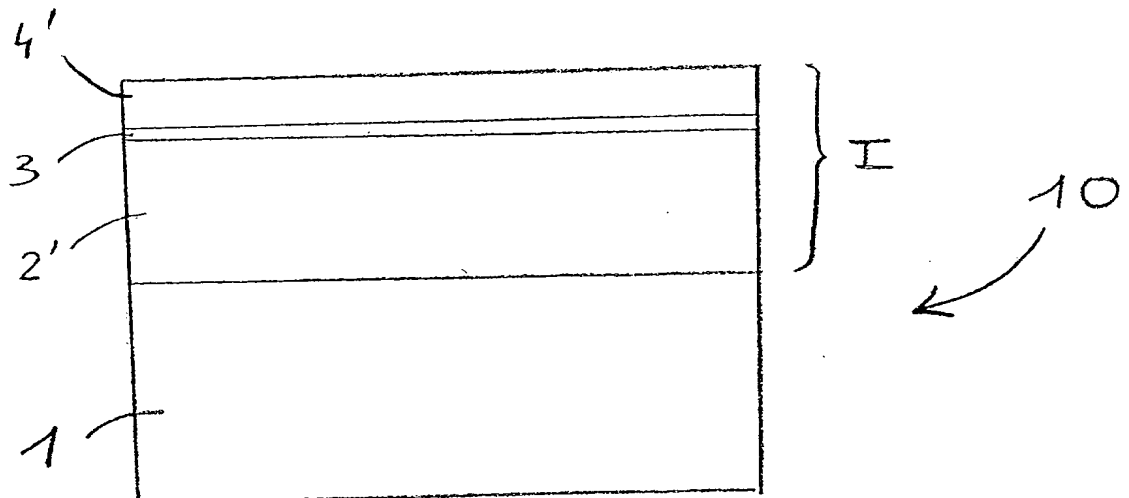


Figure 4

2 / 4

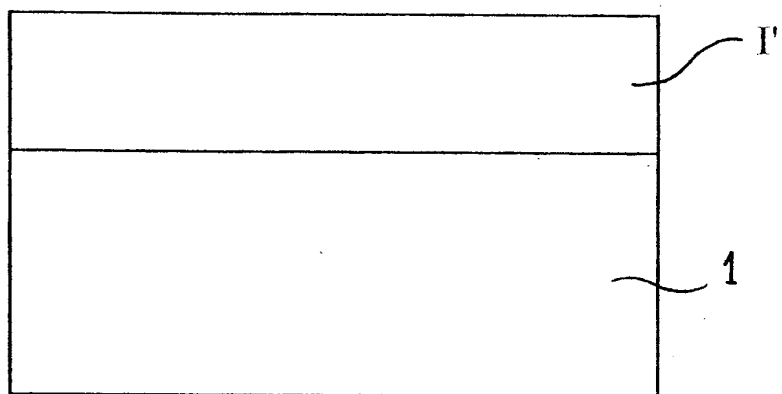


FIG.3

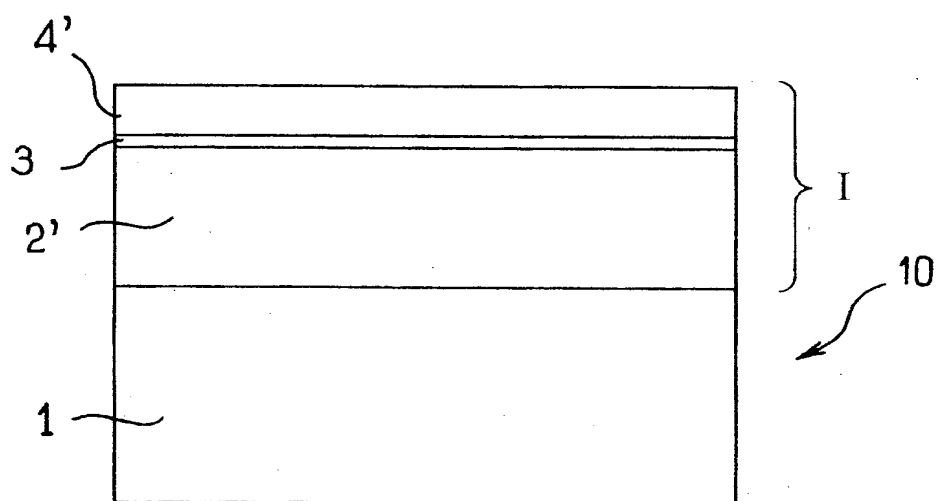


FIG.4

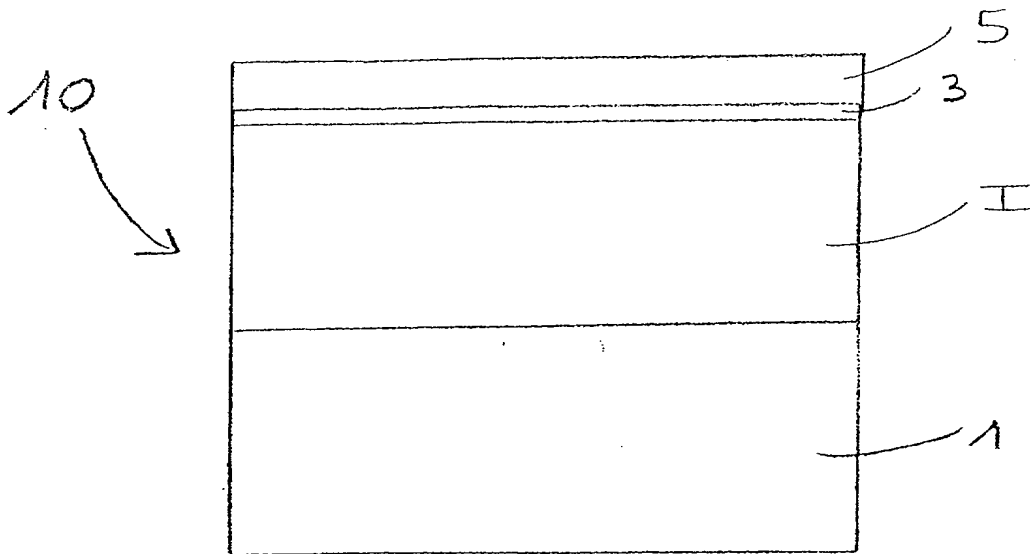


Figure 5

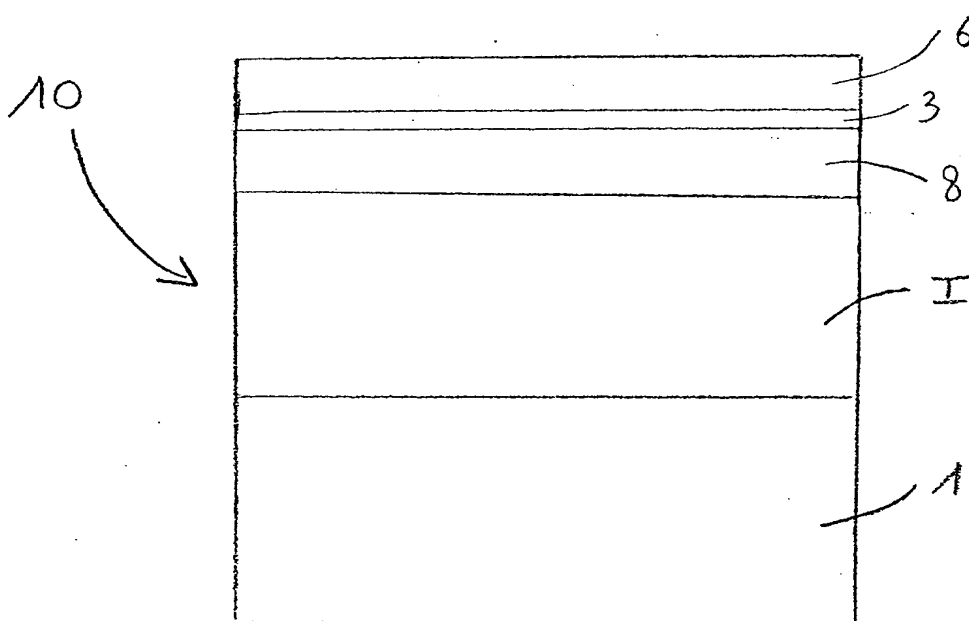


Figure 6



3 / 4

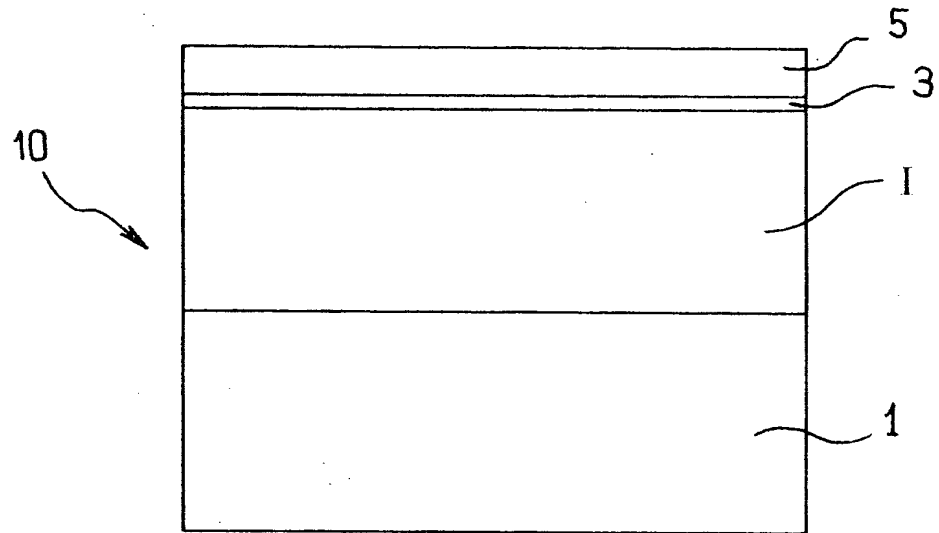


FIG.5

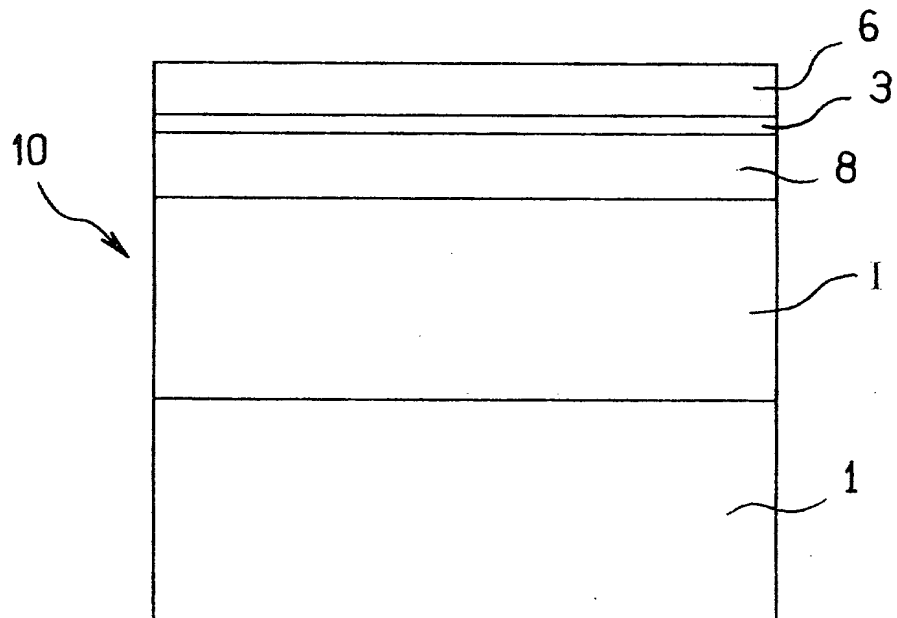


FIG.6

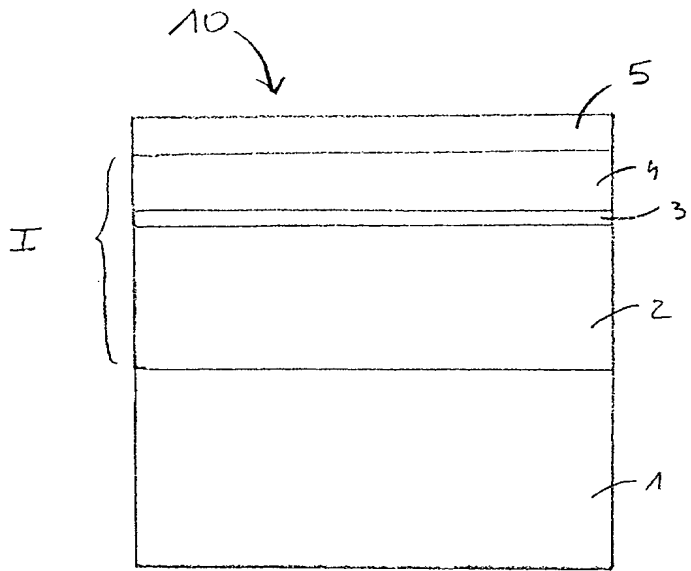


Figure 7a

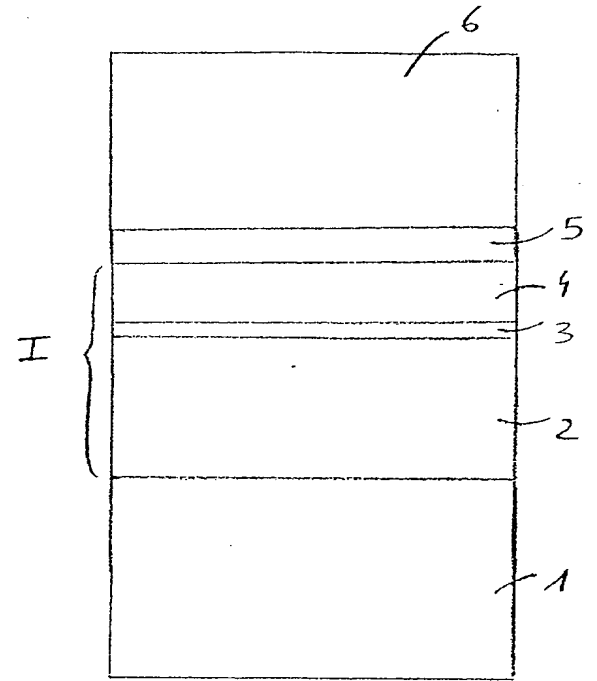


Figure 7b

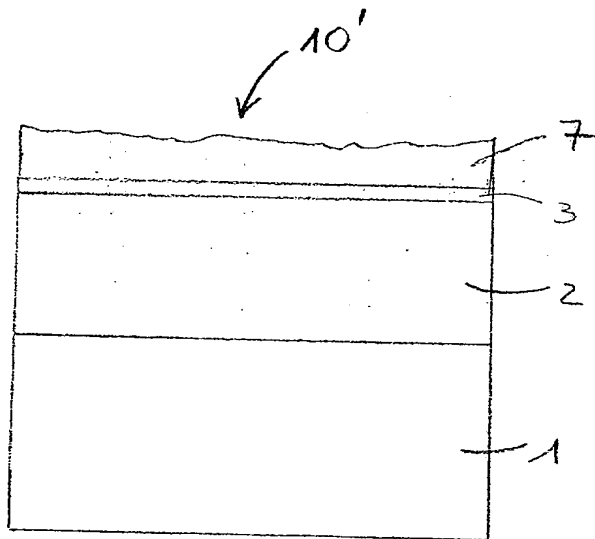


Figure 7c

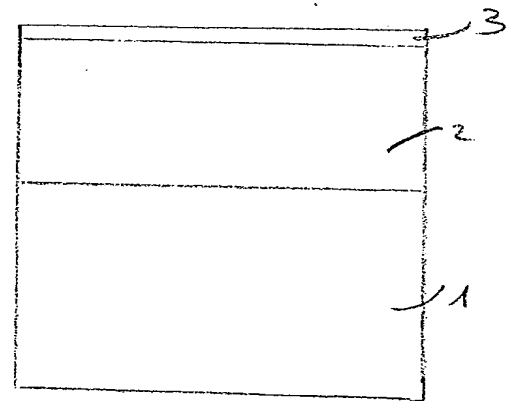


Figure 7d

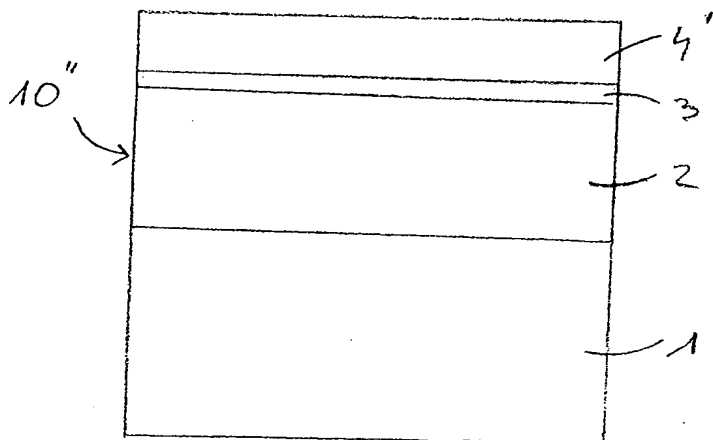


Figure 7e

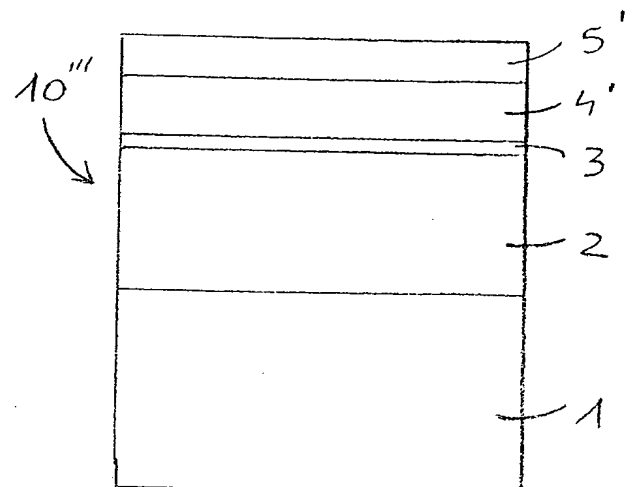


Figure 7f

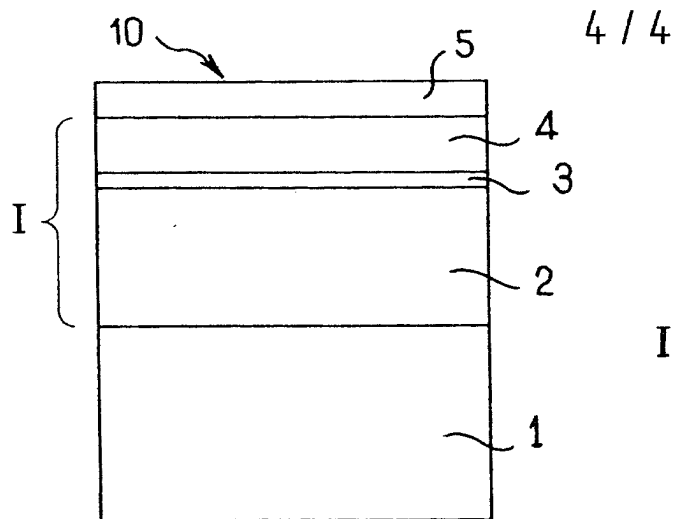


FIG. 7a

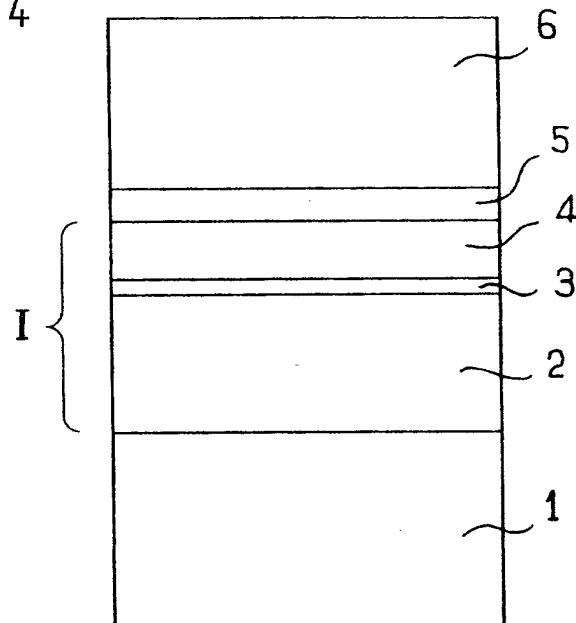


FIG. 7b

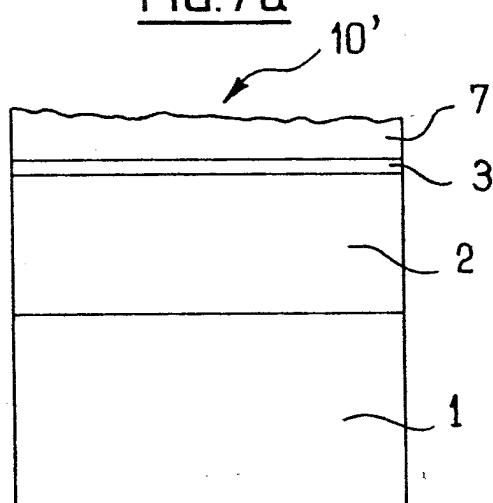


FIG. 7c

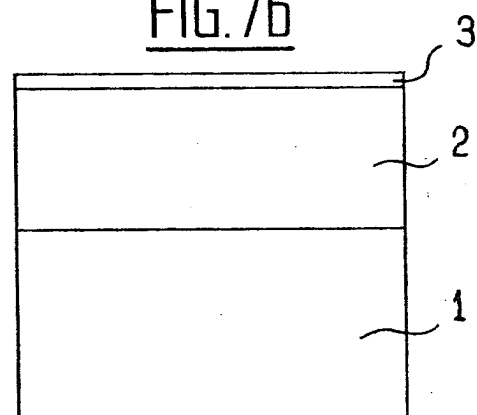


FIG. 7d

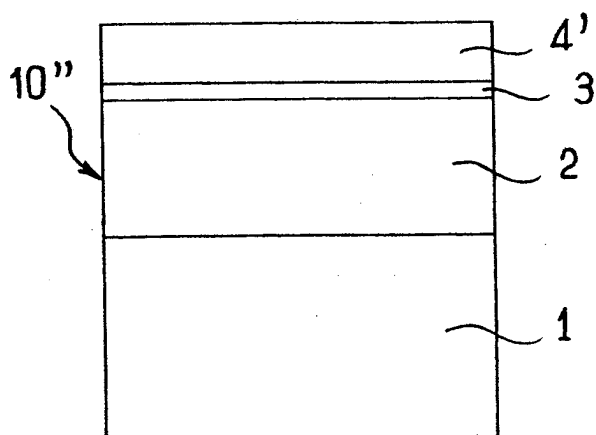


FIG. 7e

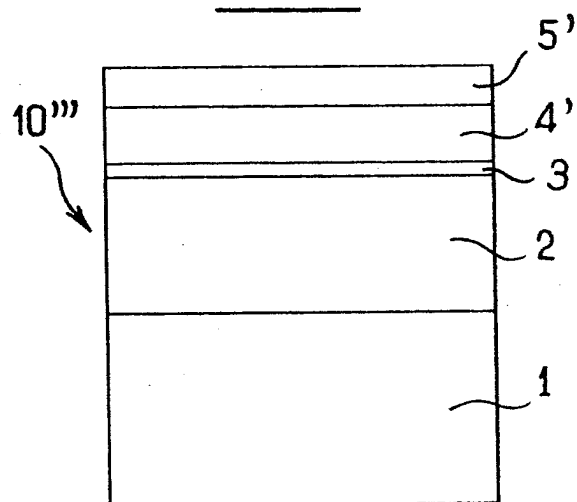


FIG. 7f